KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
REPUBLIK INDONESIA
2013

SEMESTER 2

TEKNIK DASAR INSTRUMENTASI

KELAS
X

PENULIS

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancan untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi pengetahuan, keterampilan dan sikap secara utuh. Proses pencapaiannya melalui pembelajaran sejumlah mata pelajaran yang dirangkai sebagai suatu kesatuan yang saling mendukung pencapaian kompetensi tersebut.

Buku ini disusun untuk dipergunakan dalam proses pembelajaran pada mata pelajaran Teknik Dasar Instrumentasi yang merupakan Mata Pelajaran Dasar Program Keahlian untuk Program Keahlian Instrumentasi Industri dalam Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa Sekolah Menengah Kejruan. Dalam penyusunannya Buku ini terdiri dari dua jilid, dimana jilid 1 dipergunakan untuk pembelajaran siswa di kelas X semester satu dan jilid 2 dipergunakan untuk pembelajaran siswa di kelas X semester dua.

Sesuai dengan konsep Kurikulum 2013, buku ini disusun mengacu pada pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik untuk menemukan konsep yang sedang dipelajar melalui deduksi. Karenanya siswa diusahakan ditumbuhkan kreatifitasnya melalui bimbingan oleh guru.Materi Teknik Dasar Instrumentasi disusun secara terpadu dan utuh, sehingga setiap pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diajarkan, pembelajarannya harus dilanjutkan sampai membuat siswa kompeten sehingga menjadi landasan yang kuat untuk melanjutkan proses pembelajaran pada mata pelajaran paket keahlian. Pada akhirnya diharapkan siswa menyadari bahwa berbagai upaya dan teknologi yang dicipta manusia memiliki limit keterbatasan, sedangkan Tuhan Yang Maha Esa adalah maha sempurna. Siswa sebagai makhluk dapat mensyukuri terhadap potensi yang diberikan Tuhan kepadanya dan anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan yang dipergunakan dalam Kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap siswa dengan ketersediaan kegiatan pada buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan dengan kompetensi keahian yang ditekuni siswa serta kondisi lingkungan sekolah.

Sebagai edisi pertama, buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

................, November 2013

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

DAFTAR ISI

Peta Kedudukan Bahan Ajar

Peta kedudukan bahan ajar ini merupakan diagram,yang menunjukan tahapan atau tata urutan pencapaian kompetensi yangdiajarkan dan dilatihkan kepada siswa, dalam kurun waktu yangdibutuhkan.

Dengan membaca peta kedudukan bahan ajar ini, dapat dilihat urutan logis pembelajaran Bidang Keahlian Teknologi Dan RekayasaProgram KeahlianTeknik Instrumentasi Industri. Guru dan siswa dapat menggunakanBuku Teks Bahan Ajar Siswa ini, sesuai dengan urutan pada diagram ini.

Glosarium

Bentangan		Gambar pola bagan susunan permukaan lengkap suatu objek.
Distorsi		Perubahan bentuk hasil pengelasan sebagai akibat dari penerimaan panas yang tidak merata pada benda kerja yang di las
Fabrikasi logam	:	Pengerjaan plat melalui membentuk dan menyambung logam lembaran (plat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuranyang sudah direncanakan.
Kampuh las		Sambungan pengelasan yang dibuat pada tahapan persiaapan pengelasan. Terdapat banyak jenis kampuh, pada dasarnya pemilihan kampuh berdasar ketebalan plat/logam yang akan disambung, jenis logam, posisi pengelasan, serta jenis las yang dipergunakan
Las oksi-asetilena		Disebut juga OAW *(Oxy Acetylene Welding)* adalah salah satu cara pengelasan yang panas pengelasan itu diperoleh dari nyala api sebagai hasil pembakaran bahan bakar gas asetilin (C_2H_2) dengan zat asam atau oksigen (O_2).
Penyambungan logam	:	Proses yang dilakukan untuk menyambung 2 (dua) bagian logam atau lebih.
Pengelasan		Proses penyambungan logam yang dilakukan dengan memanaskan material (proses metalurgi), dimana pada saat pemanasan ada yang diberikan tekanan pada benda kerja ataupun tanpa menggunakan tekanan, dengan menggunakan bahan pengisi atau tanpa menggunakan bahan pengisi.
Solder	:	Suatu proses penyambungan logam dimana cairan bahan tambah mengalir pada celah kapiler diantara dua permukaan yang akan disambung yang saling berhubungan.
Tegangan		Usaha yang dibutuhkan untuk membawa muatan satu coulomb dari satu titik ke titik lainnya.

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi ini digunakan sebagai buku sumber pada kegiatan belajar untuk pencapaian kompetensi siswa pada Mata Pelajaran Teknik Dasar Instrumentasi, Sebagai Dasar Program Keahlian pada Kelompok Kejuruan Program Keahlian Teknik Instrumentasi Indutri Bidang Keahlian Teknologi dan Rekayasa.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi terdiri atas 2 jilid buku. Buku Teknik Dasar Instrumentasi 2 digunakan untuk pembelajaran Kelas X semester 2. Pada buku jilid 2 ini dibahas materi belajar yang meliputi;

1. Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP
2. Memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur,
3. Menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar oprasional prosedur
4. Memilih macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri
5. Mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik
6. Menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi disusun berdasarkan penguasaan konsep dan prinsip serta keterampilan teknis keahlian sehingga setelah mempelajari buku ini, siswa memiliki penguasaan pelaksanaan pekerjaan Dasar Instrumentasi Industri.

B. Prasyarat

Kemampuan awal Siswa sebelum mempelajari Buku Teks Bahan Ajar Siswa "Teknik Dasar Instrumentasi" yaitu siswa telah memahami :

- ✓ Gambar Teknik
- ✓ Dasar Metrologi Industri
- ✓ Kesehatan dan Keselamatan Kerja
- ✓ Bahan logam dan Non Logam
- ✓ Menggunakan alat ukur mekanik dasar
- ✓ Menggunakan perkakas tangan

C. Petunjuk Penggunaan

1. Petunjuk penggunaan bagi Siswa :

a. Siswa diharapkan telah memahami mata pelajaran atau materi yang menjadi prasarat pemelajaran modul ini, yaitu Gambar Teknik.

b. Lakukan kegiatan pemelajaran secara berurutan dari Bab 1 ke Bab berikutnya.

c. Rencanakan kegiatan belajar bersama guru, dan isikan pada kolom yang disiapkan pada tabel rencana pembelajaran.

d. Pelajari dan pahami setiap uraian materi dengan seksama.

e. Lakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; eksplorasi, diskusi,asosiasi, dan evaluasi hasil belajar pada setiap akhir bab.

f. Kegiatan praktik kejuruan dilaksanakan dalam bentuk latihan keterampilan. Kerjakan latihan tersebut dibawah pengawasan guru.
g. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan pada setiap pembelajaran untuk menyelesaikan tugas dan evaluasi hasil belajar
h. Lakukan setiap kegiatan dengan tekun, teliti dan hati-hati dengan menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja.
i. Jawablah soal evaluasi pada bagian review, penerapan dan tugas sesuai perintah yang diberikan.
j. Uji kompetensi kejuruan adalah tugas proyek untuk mengevaluasi capaian keterampilan siswa, kerjakan uji kompetensi sesuai petunjuk.
k. Siswa dinyatakan tuntas menyelesaikan materi pada bab terkait, jika siswa menyelesaikan kegiatan yang ditugaskan dan menyelesaikan kegiatan evaluasi dengan nilai minimal sama dengan KKM (Kriteria Kelulusan Minimal).

2. Peran Guru:

a. Merencanakan kegiatan pembelajaran siswa sesuai silabus.
b. Mengarahkan siswa dalam merencanakan proses belajar
c. Memfasilitasi siswa dalam memahami konsep dan praktik.
d. Memberikan motivasi, membimbing dan mengarahkan siswa dalam melakukan kegiatan yang diberikan pada uraian materi pembelajaran. Kegiatan tersebut dirancang dalam bentuk; eksplorasi, asosiasi dan evaluasi.
e. Menekankan, selalu mengecek dan memfasilitasi penggunaan K3 sesuai kegiatan yang dilaksanakan.
f. Mengembangkan materi pembelajaran yang disesuaikan dengan kondisi siswa dan lingkungan sekolah.
g. Memberikan contoh, memandu dan melakukan pengawasan pelaksanaan tugas siswa yang berkaitan dengan pembelajaran praktik di laboratorium atau bengkel kerja.
h. Membantu Siswa untuk menetukan dan mengakses sumber belajar lain yang diperlukan untuk kegiatan pembelajaran.

i. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja/industri untuk membantu jika diperlukan
j. Menyusun variasi kegiatan siswa, soal, latihan praktik dan uji kompetensi yang disesuaikan dengan kondisi siswa dan lingkungan sekolah.
k. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya
l. Memeriksa seluruh hasil pekerjaan siswa baik berupa hasil pelaksanaan kegiatan maupun jawaban dari evaluasi belajar dan uji kompetensi.
m. Mencatat dan melaporkan pencapaian kemajuan Siswa kepada yang berwenang.

D. Tujuan Akhir

Hasil akhir dari seluruh kegiatan belajar dalam buku teks bahan ajar siswa ini adalah;

1. Mampu menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP
2. Mampu membuat benda kerja mekanik instrumentasi industri sesuai SOP
3. Mampu memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
4. Mampu menggunakan komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
5. Mampu menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar operasional prosedur
6. Mampu merakit instalasi pemipaan sesuai fungsi dan prosedur
7. Mampu memilih macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri
8. Mampu menggunakan macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri

9. Mampu mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik
10. Mampu membuat sambungan kabel instalasi listrik
11. Mampu menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL
12. Mampu merakit instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL

E. Kompetensi Inti Dan Kompetensi Dasar

BIDANG KEAHLIAN : TEKNOLOGI DAN REKAYASA
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK INSTRUMENTASI INDUSTRI
MATA PELAJARAN : TEKNIK DASAR INSTRUMENTASI

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
KI-1 Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Mengamalkan nilai-nilai ajaran agama dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik dasar instrumentasi
KI-2 Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong-royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan proaktif, dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam	2.1. Memiliki motivasi internal, kemampuan bekerjasama, konsisten, rasa percaya diri, dan sikap toleransi dalam perbedaan konsep berpikir, dan strategi menyelesaikan masalah dalam melaksanakan pekerjaan di bidang teknik dasar instrumentasi
	2.2. Mampu mentransformasi diri dalam berperilaku: teliti, kritis, disiplin, dan tangguh mengadapi masalah dalam melakukan tugas di bidang teknik dasar instrumentasi

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.3. Menunjukkan sikap bertanggung jawab, rasa ingin tahu, santun, jujur, dan perilaku peduli lingkungan dalam melakukan tugas di bidang teknik dasar instrumentasi
KI-3 Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidangkerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Memilih jenis dan karakteristik bahan logam
	3.2 Memilih jenis dan karakteristik bahan non logam
	3.3 Memilih perkakas tangan dan mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi
	3.4 Menerapkan prinsip dasar metrologi industri pada pekerjaan mekanik
	3.5 Memilih alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	3.6 Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP
	3.7 Memilih macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri
	3.8 Mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik
	3.9 Menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL
	3.10 Memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
	3.11 Menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar operasional prosedur
	3.12 Menerapkan prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada sistem instrumentasi industri
KI-4 Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Mengidentifikasikan bahan logam berdasarkan jenis dan karakteristik
	4.2 Mengidentifikasikan bahan non logam berdasarkan jenis dan karakteristik
	4.3 Menggunakan perkakas tangan dan mekanik instrumentasi sesuai SOP
	4.4 Mengoperasikan peralatan metrologi industri pada pekerjaan mekanik
	4.5 Menggunakan alat ukur mekanik instrumentasi industri sesuai fungsi dan prosedur
	4.6 Membuat benda kerja mekanik instrumentasi industri sesuai SOP
	4.7 Menggunakan macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri

KOMPETENSI INTI (KELAS X)	KOMPETENSI DASAR
	4.8 Membuat sambungan kabel instalasi listrik
	4.9 Merakit instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL
	4.10 Menggunakan komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
	4.11 Merakit instalasi pemipaan sesuai fungsi dan prosedur
	4.12 Melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) sesuai standar yang berlaku pada sistem instrumentasi industri

F. Cek Kemampuan Awal

Berilah tanda silang (x) pada tabel dibawah ini, dengan pilihan "ya" atau "tidak" dengan sikap jujur dan dapat di pertanggungjawabkan untuk mengetahui kemampuan awal yang telah Kamu (siswa) miliki.

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
1	Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP,	Mampu menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP			Evaluasi Belajar Bab 2
		Mampu membuat benda kerja mekanik instrumentasi industri sesuai SOP			

No	Kompetensi Dasar	Pernyataan	Dapat Melakukan Pekerjaan Dengan Kompeten		Jika "Ya" Kerjakan
			Ya	Tidak	
2	Memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur,	Mampu memilih komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur			Evaluasi Belajar Bab 3
		Mampu menggunakan komponen dan bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur			
3	Menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar oprasional prosedur,	Mampu menganalisis instalasi pemipaan sesuai fungsi dan standar operasional prosedur			
		Mampu merakit instalasi pemipaan sesuai fungsi dan prosedur			
4	Memilih macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri,	Mampu memilih macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri			Evaluasi Belajar Bab 4
		Mampu menggunakan macam-macam komponen kelistrikan pada sistem instrumentasi industri			
	Mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik,	Mampu mengidentifikasi sambungan kabel instalasi listrik			
		Mampu membuat sambungan kabel instalasi listrik			
	Menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL.	Mampu menganalisis instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL			
		Mampu merakit instalasi listrik sederhana pada instrumentasi industri sesuai PUIL			

Bab 2

Kata Kunci :

Fabrikasi Logam, Kerja Plat
Las Oksi Asitelin, Brazing
Efek Kapileritas

Deskripsi

embelajaran Pekerjaan Dasar Mekanik merupakan pembelajaran teori dan praktik dasar Keahlian Instrumentasi, meliputi materi kerja plat,pengelasan dengan las oksi asitelin dan pekerjaan patri keras kuningan (Brazing).

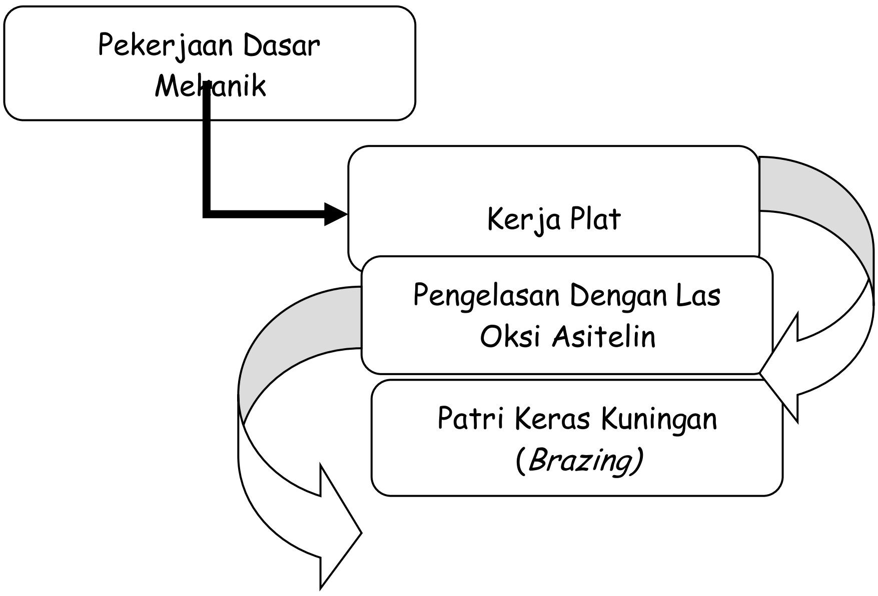
Pada pembelajaran Pekerjaan Dasar Mekanik ini, siswa dapat menerapkan materi yang telah dipelajari sebelumnya, yaitu: Gambar Teknik, Dasar Metrologi Industri, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Bahan logam dan Non Logam, Menggunakan alat ukur mekanik dasar dan Menggunakan perkakas tangan.

Tujuan Pembelajaran

etelah melaksanakan kegiatan belajar Pekerjaan Dasar Mekanik Instrumentasi industri. Kamu diharapkan mampu;

13. Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP
14. Membuat benda kerja mekanik instrumentasi industri sesuai SOP

Peta Konsep



Gambar 2.1 Peta Konsep Pembelajaran Pekerjaan Dasar Mekanik Instrumentasi Industri

Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami penyambungan logam				
2	Memahami pekerjaan Fabrikasi Logam				
3	Latihan 1Menggambar dan memotong pola				
4	Latihan 2 Membuat sambungan plat				
5	Latihan 3 Membuat kotak persegi				
6	Memahami mengelas Dengan Las Oksi-Asetilena				
7	Latihan 4 Melakukan Instalasi Peralatan Las Oksi Asetilin				
8	Latihan 5 Menyalakan Api Brander				
9	Latihan 6 Membuat Jalur Las Tanpa Bahan Tambah				
10	Latihan 7 Membuat Rigi Las Dengan Bahan Tambah				
11	Latihan 8 Sambungan Tumpang				
12	Latihan 9 Sambungan Pinggir				
13	Latihan 10 Sambungan Sudut Luar				

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
14	Latihan 11 Sambungan Sudut Dalam				
15	Memahami Sambungan Patri				
16	Latihan 12: Membuat Sambungan Las Tumpang				
17	Latihan 13: Membuat Sambungan Plat dan Pipa				
18	Menjawab review evaluasi				
19	Melaksanakan kegiatan penerapan/tugas proyek				

............................, ...

Guru

Orangtua/Wali Siswa

Siswa

....

....

....

Uraian Materi

A. Penyambungan Logam

Eksplorasi

Mengidentifikasi Macam-Macam Sambungan Logam

Perhatikan gambar 2.2 disamping, yang menunjukkan beragam pengunaan sambungan logam dari peralatan rumah tangga sederhana, komponen kendaraan, sampai pada jembatan.

Gambar 2.2
Bermacam Penggunaan Sambungan Logam

Berdasar pada gambar serta berbagai sumber informasi lainnya, diskusikan dengan teman sekelas kamu, tulislah beragam jenis sambungan logam.

Tabel 2.1
Identifikasi Bermacam Sambungan Logam

No	Benda Kerja Yang Di Sambung	Jenis Sambungan Digunakan	Cara Penyambungan Dengan Pemanasan	
			Ya	Tidak
1	Plat kopling	Keling		√
2	Konstruksi baja jembatan			
3	Cetakan kue			
4	Dandang			
5	Knalpot motor			
...	...			

Berdasar Tabel di atas, buatlah pengelompokkan jenis sambungan logam baik berdasar benda yang disambung, proses penyambungan, alat/bahan penyambung atau berdasar pengelompokan lainnya.

Penyambungan logam adalah suatu proses yang dilakukan untuk menyambung dua bagian logam atau lebih. Penyambungan bagian–bagian logam ini dapat dilakukan dengan berbagai macam metoda sesuai dengan kondisi dan bahan yang digunakan.Setiap metoda penyambungan yang digunakan mempunyai keuntungan tersendiri dari metoda lainnya. Metoda penyambungan yang digunakan pada suatu konstruksi sambungan harus disesuaikan dengan kondisi yang ada, diantaranya :

1. Proses Pengerjaan Sambungan

   Proses pengerjaan sambungan yang dimaksud adalah bagaimana pengerjaan konstruksi sambungan itu dilakukan seperti: sambungan untuk konstruksi tangki dari bahan pelat lembaran. Untuk menentukan sambungan yang cocok dengan kondisi tangki ini ada beberapa alternatif persyaratan.Persyaratan yang paling utama adalah tangki ini tidak bolehbocor. Tangki harus tahan terhadap tekanan. Proses penyambungannya hanya dapat dilakukan dari sisi luar dan sebagainya. Jika dipilih sambungan baut dan mur kurang sesuai, sebab sambungan ini kecenderungan untuk bocor besar terjadi. Sambungan lipat akan

sulit dilakukan sebab tangki yang dikerjakan cukup besar dan bahannya juga cukup tebal,sehingga akan sulit untuk dilakukan pelipatan. Persyaratan yang paling sesuai untuk kondisi tangki ini adalah sambungan las.Sambungan las mempunyai tingkat kerapatan yang baik serta mempunyai kekuatan sambungan yang memadai. Di samping itusegi operasional pengerjaan sambungan konstruksi las lebih sederhana dan relatif murah, maka yang paling mendekati sesuai untuk konstruksi tangki ini adalah sambungan las.

2. Kekuatan Sambungan

   Contoh pertimbangan penggunaan sambungan ini adalah pembuatan tangki. Dengan persyaratan seperti pada uraian diatas, maka pemilihan metoda penyambungan yang cocok untuktangki jika ditinjau dari sisi kekuatannnya adalah sambungan las.Sambungan las ini mempunyai tingkat efisiensi kekuatan sambungan yang relatif lebih baik jika dibandingkan dengan sambungan yang lainnya.

3. Kerapatan Sambungan

   Tangki biasanya digunakan untuk tempat penyimpanan cairan maka pemilihan sambungan yang tahan terhadap kebocoran ini diantaranya adalah sambungan las. Kriteria sambungan las ini merupakan pencairan kedua bagian bahan logam yang akan disambung ditambah dengan bahan tambah untuk mengisi celah sambungan. Pencairan bahan dasar dan bahan tambah ini menjadikan sambungan las lebih rapat dan tahan terhadap kebocoran.

4. Penggunaan Konstruksi Sambungan

   Penggunaan dimana konstruksi sambungan las itu akan digunakan juga merupakan pertimbangan yang tidak dapat diabaikan apalagi jika konstruksi tersebut bersentuhan dengan bahan makanan. Kemungkinan lain jika konstruksi sambungan tersebut digunakan untuk penyimpanan bahan kimia yang mudah bereaksi dengan bahan logam.Untuk konstruksi tangki

yang digunakan sebagai bahan tempat penyaluran minyak, maka sambungan las masih sesuai dengan penggunaan konstruksi tangki ini.

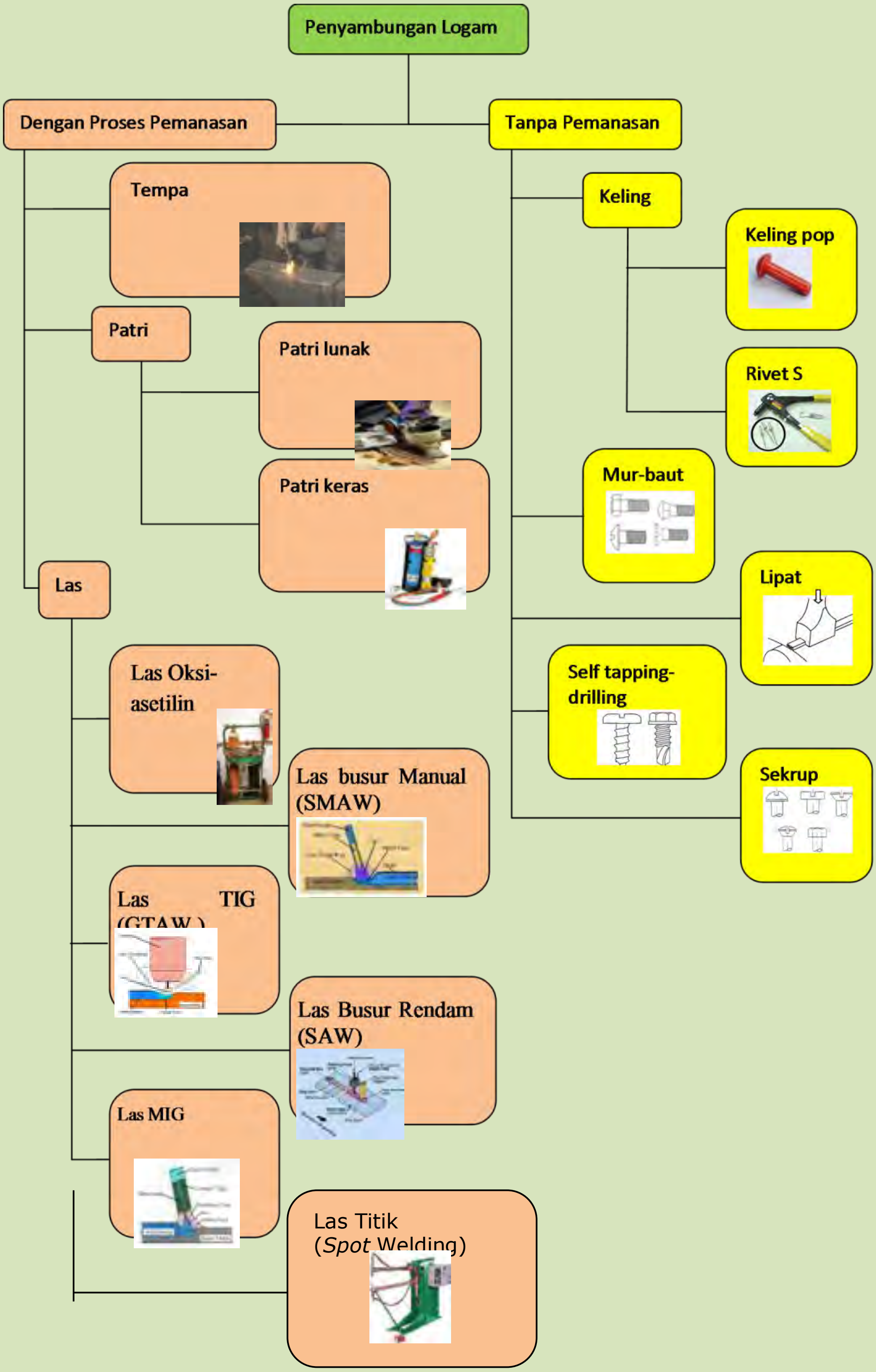
5. Faktor Ekonomis

   Faktor ekonomis yang dimaksud dalam pemilihan untuk konstruksi sambungan ini adalah dipertimbangkan berdasarkan biaya ke-seluruhan dari setiap proses penyambungan. Biaya ini sejalan dengan ketersediaan bahan-bahan, mesin yang digunakan juga transportasi dimana konstruksi tersebut akan diinstal. Besar kecilnya konstruksi sambungan dan volume kerja sambungan juga menjadi bahan pertimbangan secara keseluruhan Contoh pemilihan metoda yang tepat untuk suatu konstruksi sambungan dapat dilihat pada perakitan *file cabinet*. Metoda perakitan *file cabinet* yang digunakan adalah metoda penyambungan dengan las titik. Pertimbangan pemilihan ini mengingat proses penyambungan dengan las titik ini sederhana,mempunyai kekuatan sambungan yang baik dan hasil penyambungannya tidak menimbulkan cacat pada plat.Metoda-metoda penyambungan yang umum digunakan untuk kostruksi sambungan plat-plat tipis ini diantaranya :

   a. Metoda penyambungan dengan lipatan
   b. Metoda penyambumgan dengan keling
   c. Metoda penyambungan dengan patri
   d. Metoda penyanmbungan dengan las titik
   e. Metoda las busur
   f. Metoda las oksi-asetilen
   g. Metoda penyambungan baut dan mur

Dari identifiasi yang telah kamu lakukan di atas, proses penyambungan logam dapat dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja dan tanpa pemanasan, tabel 2.2 berikut merupakan klarifikasi penyambungan.

Tabel 2.2
Pengelompokkan Metode Penyambungan Logam



Pada pembelajaran Bab 2 Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi ini, kamu akan mempelajari beberapa jenis penyambungan. Yaitu sambungan tanpa pemanasan (sambungan lipat) dan sambungan dengan pemanasan (las oksi asitilin dan patri keras)

B. Pekerjaan Fabrikasi Logam

Pada pembelajaran berikut, kamu akan pelajari salah satu jenis pekerjaan penyambungan dengan tidak menggunakan panas, yaitu sambungan lipat yang biasanya dikenal dengan pekerjaan fabrikasi logam. Pada industri fabrikasi logam, baik pekerjaan fabrikasi ringan ataupun pekerjaan fabrikasi berat (*light and heavy fabrication*) secara umum adalah sama, di mana jenis bahan, alat-alat tangan dan mesin-mesin yang digunakan relatif sama. Namun demikian, perbedaan yang spesifik dapat dilihat dari penggunaan bahan dan kapasitas/kemampuan mesin.Industri yang melakukan pekerjaan fabrikasi ringan menggunakan bahan dengan ketebalan sampai 3mm, sedang pada pekerjaan fabrikasi berat menggunakan tebal bahan di atas 3mm. Adapun penggunaan mesin-mesin pada keduanya sepintas adalah sama, tetapi kapasitas dan teknik-teknik pengaturannya berbeda.

Pekerjaan fabrikasi logam biasanya sebagian besar berupa pengerjaan plat melalui membentuk dan menyambung logam lembaran (pelat) sehingga sesuai dengan bentuk dan ukuranyang sudah direncanakan. Karena hal tersebut pekerjaan ini sering disebut kerja plat, baik dikerjakan dengan keterampilan tangan, mesin, atau perpaduan dari keduanya, yang meliputi

pengerjaan melukis, mengguntining, melipat, melubangi, meregang, pengawatan, mengalur, menyambung, dan lain-lain.

Pada pekerjaan fabrikasi diperlukan pengetahuan dan keterampilan yang umumnya meliputi:

1) Mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan
2) Membaca gambar kerja
3) Menghitung Penggunaan Bahan yang akan Dipotong
4) Mengatur penggunaan perlengkapan kerja, alat-alat tangan dan bahan
5) Menentukan urutan pekerjaan
6) Membuat gambar kerja atau model
7) Membuat mal atau pola

1. Membaca Gambar Kerja

Semua pekerjaan teknik, diawali dengan merencanakan yang dituangkan dalam gambar kerja. Gambar tersebut dapat berupa gambar kerja lengkap ataupun hanya gambar sket saja yang menginformasikan segala sesuatu tentang pekerjaan yang akan dikerjakan, antara lain; Dimensi ukuran, Jenis dan ukuran bahan serta bagian-bagian, Spesifikasi dan toleransi, serta pekerjaan penyelesaian. Teknik dan kompetensi membaca gambar telah dipelajari pada mata pelajaran Gambar teknik.

2. Menghitung Penggunaan Bahan yang akan Dipotong

Ada tiga metode yang dipakai dalam menghitung penggunaan bahan yang akan dipotong :

a. Ukuran keseluruhan atau ukuran luar
b. Ukuran dalam
c. Ukuran nominal

Dengan dasar, bahwa semua pekerjaan fabrikasi harus dibuat dengan mengacu pada spesifikasi dan sesuai dengan toleransi yang ditentukan, maka harus diyakinkan hal-hal berikut ini :

a. Kesesuaian dengan disaian/gambar kerja

b. Tiap-tiap bagian yang dikerjakan cocok satu sama lainnya secara akurat.
c. Kemudahan dalam memasang dan merakit.

Sedangkan pada spesifikasi pekerjaan, perlu dijelaskan tentang apa yang harus dikerjakan, antara lain :

a. Kualitas hasil pekerjaan yang dibutuhkan.
b. Kualitas pengecatan (jika perlu)
c. Kualitas pengelasan yang diperlukan
d. Pengujian yang diperlukan.

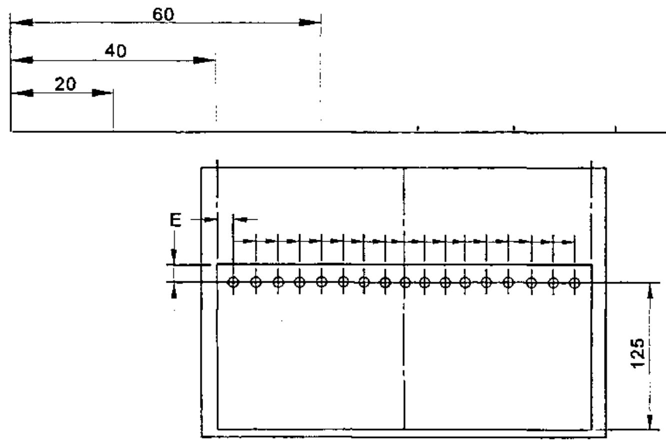
Adapun penerapan toleransi pada pekerjaan fabrikasi sangat beragam, sehingga harus mengacu pada spesifikasi yang telah ditentukan. Sebagai contoh : jika ukuran akhir sebuah komponen 1850 mm dan toleransinya adalah ± 1mm, maka ukuran yang diperbolehkan pada komponen tersebut adalah antara 1849 – 1851 mm.

3. Menerapkan Teknik Melukis/Menandai

Semua alat ukur yang digunakan dalam melukis atau menandai pada bahan harus alat-alat ukur yang mempunyai akurasi tinggi dan sesuai dengan spesifikasi yang diminta. Hal ini akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengukuran itu sendiri dan hasil benda kerja secara keseluruhan.

Pengaruh yang sama juga dapat terjadi karena penyimpangan/ketepatan (keakurasian) dalam melukis garis sumbu, penggunaan siku pada sudut bahan atau dalam menentukan garis dasar pengukuran, penempatan bahan atau komponen, penyimpangan pemotongan dan lain-lain.

Untuk menghindari kesalahan-kesalahan dalam menerapkan teknik-teknik melukis/menandai, maka dapat diterapkan metode-metode pengukuran, antara lain adalah pengukuran dengan satu patokandan penerapan teknik-teknik konstruksi geometris.

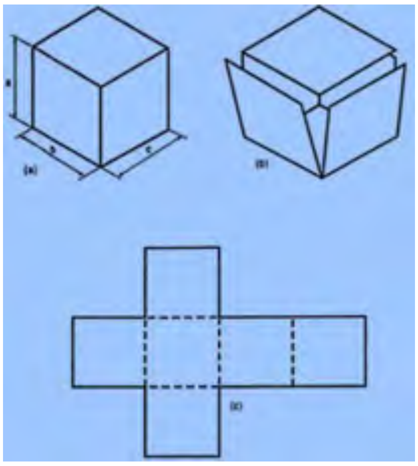


Gambar 2.3 : Contoh Aplikasi Pengukuran

4. Membuat Pola

Pembuatan pola/mal pada pekerjaan fabrikasi sangat diperlukan untuk membuat berbagai bentuk komponen.Penerapan teknik-teknik gambar bentangan digunakan, baik pada fabrikasi ringan maupun pada fabrikasi berat.

Pola merupakan bagan susunan permukaan lengkap suatu objek biasa dinamakan gambar bentangan. Pembentangan obyek dapat didapat dari memutar obyek dengan menggambar permukaan secara berturut-turutdengan ukuran penuh dan dengan menyambungkan rusuk yang dimilikinya bersama. Contoh gambar bentangan dapat kita lihat pada gambar 2.4 berikut dengan objek sebuah kubus.



Gambar 2.4 Kubus dan gambar bentangannya

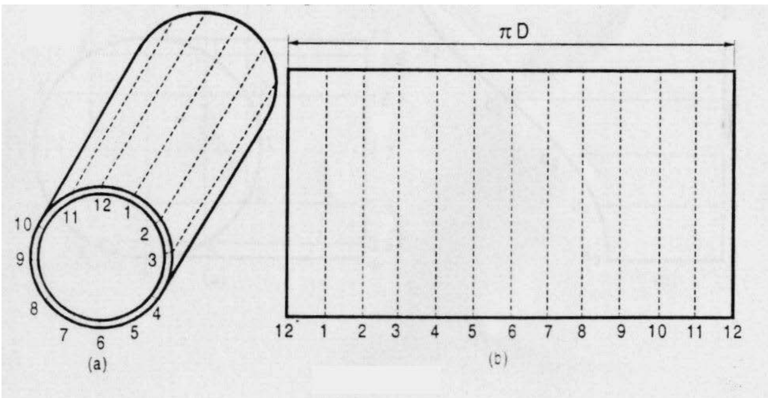
Gambar 2.4(a). menunjukkan sebuah kubus yang tertutup dan terbuat dari pelat. Sedangkan Gambar 2.4(b) menunjukkan suatu kubus yang belum

disambung pada pertemuan sisi-sisinya.Gambar ini akan tampak dengan jelas bahwa Kubus tersebut dapat dibentangkan dengan mudah. Gambar 2.4(c) adalah bukaan atau bentangan dari kubus Gambar 2.4(a).

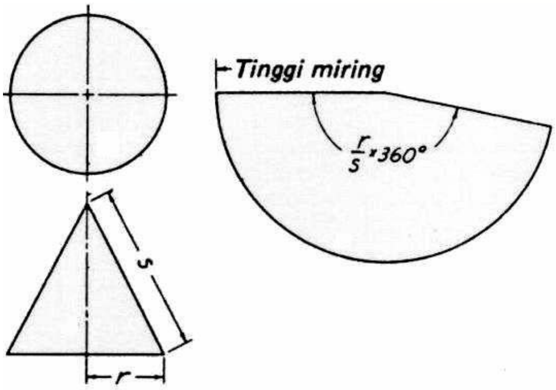
Teknik menggambar bentangan biasanya dilakukan dengan dua cara yakni secara grafis dan secara matematis. Kedua teknik ini mempunyai keuntungan yang berbeda-beda. Untuk proses penggambaran bentangan profil tertentu biasanya digunakan lukisan secara grafis. Tetapi untuk profil-profil yang beraturan lebih menguntungkan dilakukan perhitungan-perhitungan secara matematis.

a. Secara Matematis

Lukisan bentangan dari sebuah tabung seperti ditunjukkan pada gambar 2.5lebih mudah dilakukan secara matematis. Caranya adalah dengan menghitung keliling lingkaran tersebut. Yakni kelilinglingkaran=π. *D,* dimana D merupakan diameter lingkaran yang dilukis. Lukislah bentangan secara matematis ini lebih teliti jika dibandingkan dengan cara grafis tetapi hal ini terbatas pada profil-profil bentuk yang beraturan.



Gambar 2.5 Gambar bentangan cara matematis sebuah tabung

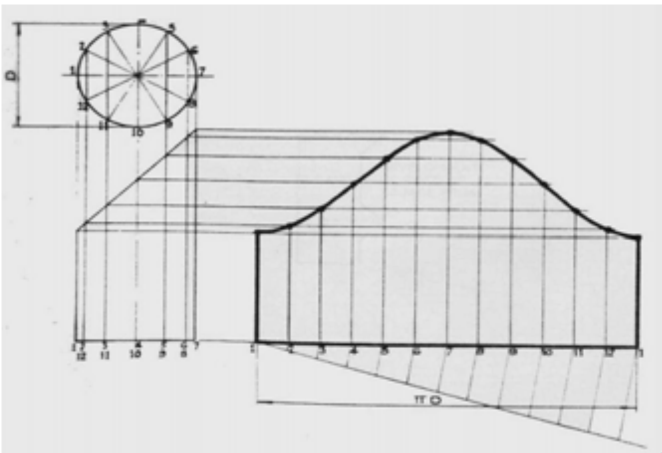


Gambar 2.6 Bentangan kerucut tegak secara matematis

b. Teknik Bentangan Secara grafis

Teknik secara grafis ini dilakukan dengan membagi lingkaran dalam 12 bagian yang sama besar, dimana angka 1 dan 12 saling berimpit. Selanjutnya tariklah garis lurus di sebelah lingkaran. Ukurlah jarak 1 ke 2 dengan menggunakan jangka. Lalu jarak ini dipindahkan pada garis lurus yang disediakan yakni 1 ke 2, begitulah seterusnya sampai menuju angka 12. Hasil pengukuran dengan pamindahan jangka ini dari 1 ke 12 merupakan keliling lingkaran yang terbentuk. Semakin banyak pembagi jumlah lingkaran ini maka hasi yang diperoleh juga semakin teliti.

Gambar. 2.7 adalah sebuah contoh untuk gambar bentangan yang dibuat secara grafis, dari sebuah tabung dengan bentuk terpotong miring pada bagian atas.



Gambar. 2.7. Gambar bentangan dibuat secara grafis

Banyak sekali bentuk bangun benda yang ada di dunia teknik, mulai dari bentuk yang sederhana sampai ke bentuk yang kompleks dibuat, karenanya

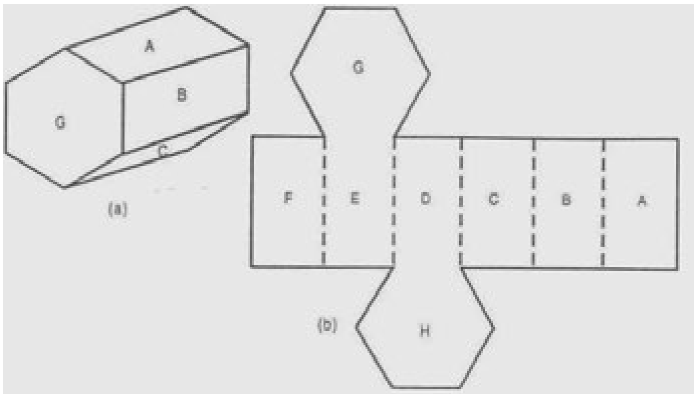
untuk membuka sebuah benda disesusaikan dengan bangun benda yang akan dibuka ataupun bentuk benda yang akan dibuat dirancang dengan berbagai metode. metode yang banyak terpakai dalam memnggambar bukaan adalah; Metode garis sejajar/paralel. Metode radial/putar, Metode segitiga, trianggulasi, dan Metode kombinasi.

1) Pemakaian metode garis sejajar

Contoh 1: Bentangan prisma tertutup

Selanjutnya Gambar 2.8a. menunjukkan sebuah prisma yang pada ujung kanan kirinya tertutup. Prisma tersebut juga terbuat dari pelat. Sebelum membentuk sebuah prisma harus diketahui Iebih dahulu bahan yang diperlukan dan juga bagaimana cara pemotongan dan suatu bahan. Hal ini tergantung dari permintaan atau kebutuhan perencana.

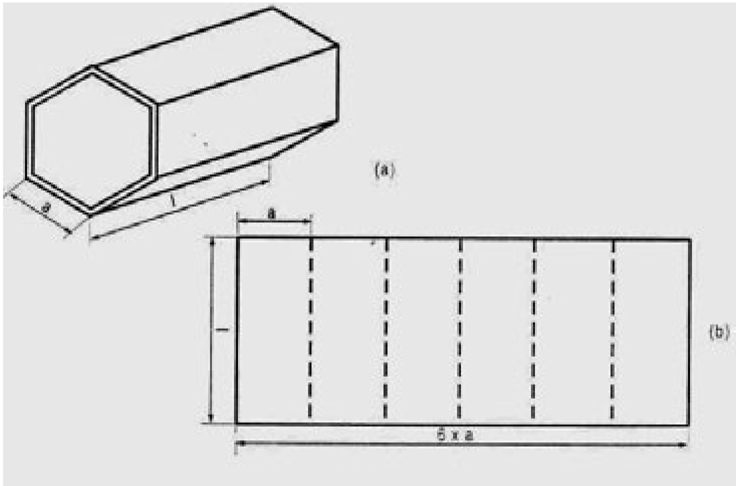
Gambar 2.8b. menunjukkan suatu bentangan sebuah prisma. Bukaan tersebut merupakan empat persegi panjang. Panjang bukaan tersebut sama dengan keliling segi enam,dengan menggunakan metode garis sejajar/paralel. Sedangkan lebar dari segi empat sama dengan tinggi prisma.



Gambar 2.8. Bentangan prisma tertutup

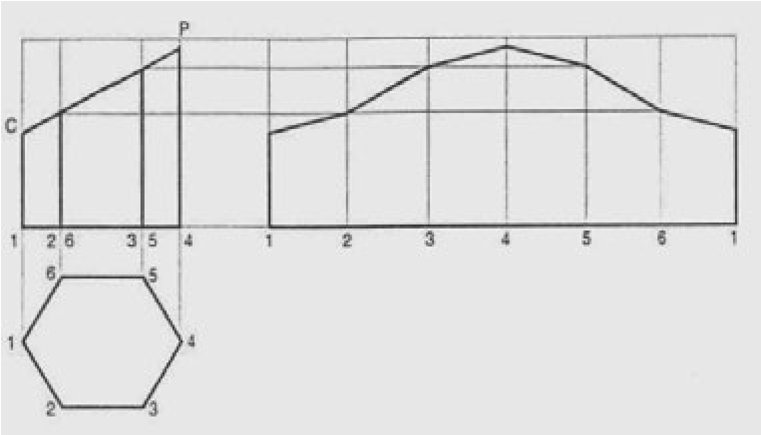
Contoh 2: Bentangan prisma terbuka

Gambar 2.9a menunjukkan gambar prisma seperti Gambar empat persegi panjang yang merupakan bukaan atau bentangan dari prisma. Panjang segi empat sama dengan 6x a dan lebar adalah L.



Gambar 2.9. Bentangan prisma terbuka

Contoh 2: Bentangan prisma terbuka



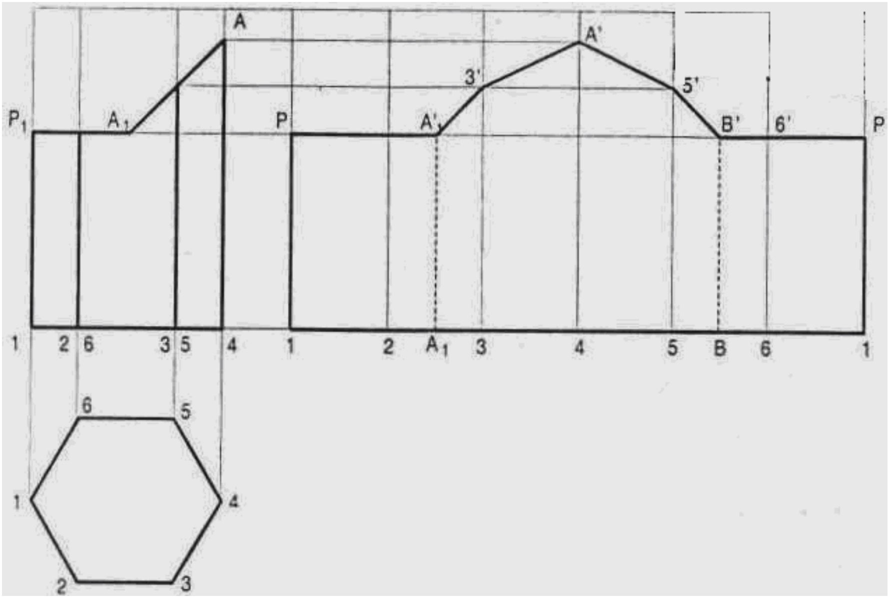
Gambar 2.10. Bentangan prisma terpancung (dipotong miring)

Gambar 2.11 menunjukkan suatu prisma yang dipotong miring menurut bidang CP. Untuk merggambar bukaan atau bentangan dari prisma tersebut dapat dibayangkan bahwa prisma dibuka dari garis C1.

Langkah selanjutnya, buat garis mendatar yang panjangnya sama dengan keliling prisma segi enam tersebut. Kemudian empat persegi panjang tersebut dibagi menjadi enam bagian

yang sama besar. Selanjutnya ukurkan tiap-tiap garis tinggi pada prisma, setelah itu dipindahkan ke dalam segi empat

Contoh 3: Bentangan prisma terbuka



Dalam Gambar 2.11. Bentangan prisma

Dalam Gambar 2.11. ditunjukkan sebuah prisma yang dipotong menurut garis AA1 P1. Prisma ini juga digambarkan pandangan atasnya agar mempermudah dalam membuat gambar bukaan.Cara membuat bukaan prisma tersebut adalah sebagai berikut.

Buat sebuah segi empat pembantu yang lebarnya sama dengan tinggi prisma, sedangkan sisi panjang sama dengan keliling segi enam. Empat persegi panjang itu dibagi menjadi enam bagian sama besar. Anggap saja prisma tersebut dibukapada garis P1. Langkah selanjutnya, ukurkan tinggi P1 dalam prisma kemudian pindahkan ke empat persegi panjangya, demikian juga untuk sisi-sisi yang lain. Setelah itu, hubungkan titik P ke titik 2', darititik 2' ke titik A'1, dari titik AI ke titik 3', dari 3' ke titik A, demikian seterusnya.

Profil Persegi

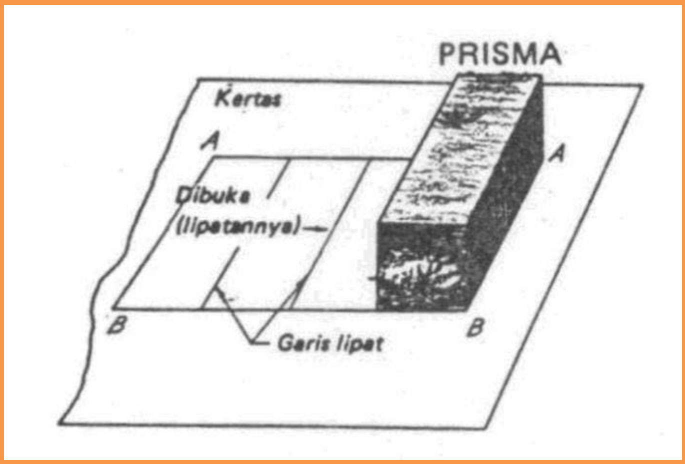
Permukaan baling dan permukaan lengkung berganda tidak dapat dibentangkan dengan cermat, tetapi permukaan ini dapat dibentangkan dengan sesuatu metode pendekatan. Biasanya,pola pendekatan akan cukup cermat untuk tujuan praktis, apabila bahan yang dipakai untuk membuat benda itu agak fleksibel.

Bidang dan permukaan lengkung tunggal (prisma, piramida, silinder dan kerucut) yang dapat dibentangkan dengan cermat, dikatakan mampu dibentangkan. Permukaan baling dan permukaan lengkung berganda yang dapat dibentangkan hanya dengan pendekatan, dikatakan tak mampu dibentangkan.

Pembentangan praktis

Dalam banyak gambar industri, gambar bentangan harus diperlihatkan untuk meyediakan informasi yang perlu guna membuat pola untuk memudahkan memotong bentuk yang diinginkan dari logam lembaran. Disebabkan oleh kemajuan cepat dalam keahlian mengolah benda kerja dengan melipat,menggilas atau menfreis bentuk logam yang dipotong dalam jumlah yang terus menerus meningkat, maka harus ada pengetahuan luas tentang metoda konstruksi banyak macamtipe pembentangan. Pola juga dipakai dalam pemotongan batu sebagai pedoman untuk membentuk muka yang tak teratur.

Gambar bentangan permukaan hendaknya digambar dengan muka dalam menengadah, sebagaimana menurut teori hal itu akan terjadi apabila permukaan dibuka gulungannya (*unrolled*)atau dibuka lipatannya (*unfold*), seperti dilukiskan dalam gambar 2.12. kebiasaan ini selanjutnya dibenarkan, sebab para pekarja logam lembaran harus membuat tanda pons untuk melipat pada permukaan dalam.



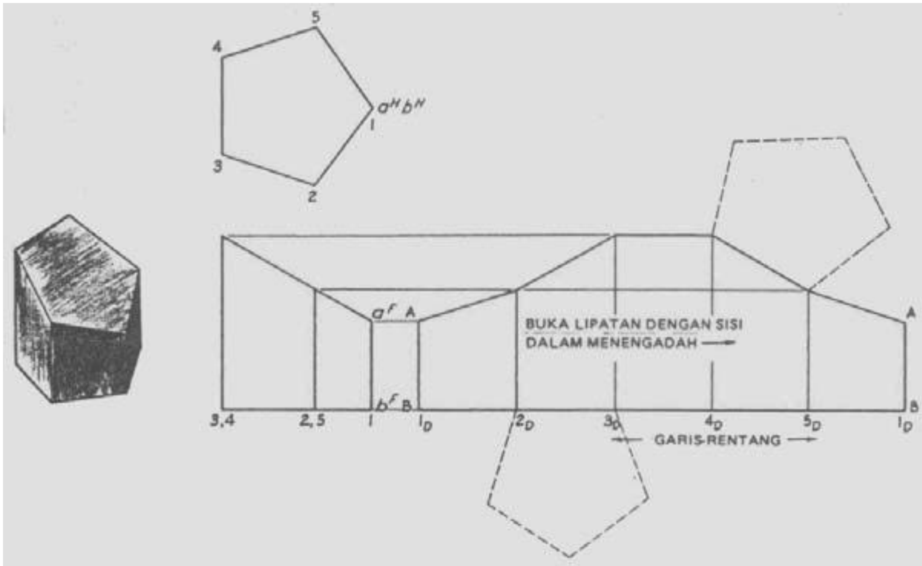
Gambar 2.12. Pembentangan prisma

Sekalipun dalam pengolahannya nyata logam lembaran, ekstra logam harus disediakan untuk tumpangan (*lap*) pada kampuh,namun dalam bab ini tidak akan diperlihatkan tenggang(*allowance*) pada gambar bentangan. Juga banyak dipertimbangkan praktis lainnya telah diabaikan dengan sengaja,guna menghindari bingungnya

Contoh 4: Membentang prisma lurus terpancung

Sebelum gambar bentangan permukaan samping prisma dapat digambar, panjang sejati rusuk dan ukuran sejati suatu penampang lurus harus ditentukan. Pada prisma terpancung lurus yang terlihat dalam gambar 2.13, panjang sejati rusuk prisma diperlihatkan dalam tampang muka dan tampang sejati penampang lurus diperlihatkan dalam tampang di atas.

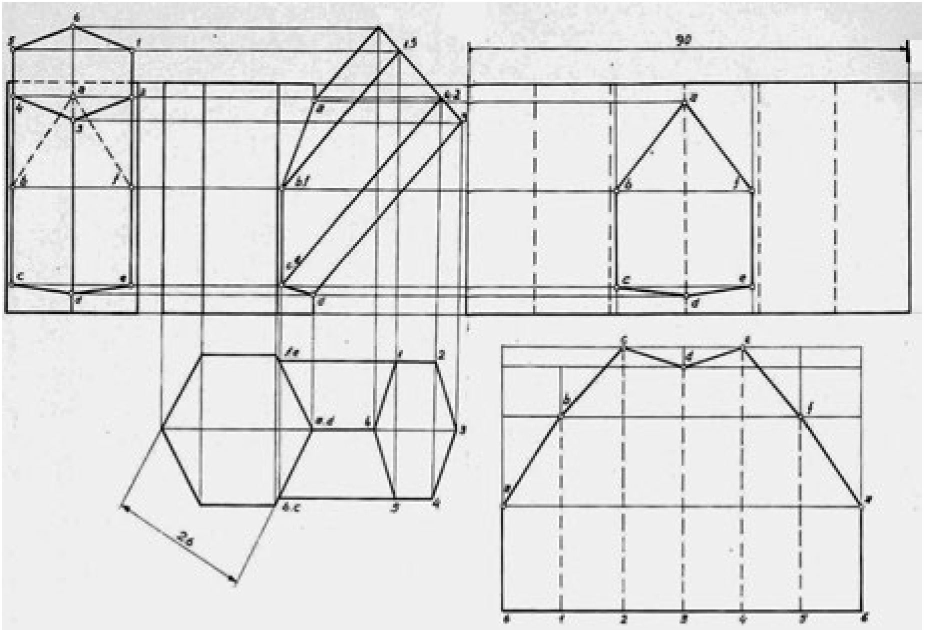
Permukaan samping "dibuka lipatannya" dengan lebih dahulu menggambar "garis yang direntangkan" dan mengukurkan lebar mukanya (jarak 1-2, 2-3, 3-4 dan seterusnya dari tampang atas)sepanjang garis rentang itu secara berturut-turut. Setelah itu ditarik garis konstruksi tipis melalui titik-titik ini, tegak lurus padagaris 1 *D* 1 *D*, dan panjang rusuk yang bersangkutan diukirkan pada masing-masing garis konstruksi itu dengan memproyeksikan dai tampang muka. Ketika memproyeksikan panjang rusuk pada gambar bentangan, titik-titik hendaknya diambil dalam urutan menurut arah jarum jam sekeliling perimeter, seperti yang ditunjukkan oleh urutan nomor dalam tampang atas.



Gam bar 2.13. Metode baku unuk membentangkan permukaan samping prisma lurus

Garis bentuk gambar bentangan dilengkapi dengan menyambungkan titik-titik ini. Sebegitu jauh, dasar bawah atau muka atas yang dilandai belum disinggung sama sekali. Apabila dikehendaki, dasar bawah dan muka atas landai itu dapat disambungkan pada gambar bentangan samping permukaan.Dalam pekerjaan logam lembaran, kebiasaannya adalah untuk

membuat kampuh pada elemen yang terpendek, agar dapat menghemat waktu serta untuk sara (conserve) soldir atau sara paku keling.

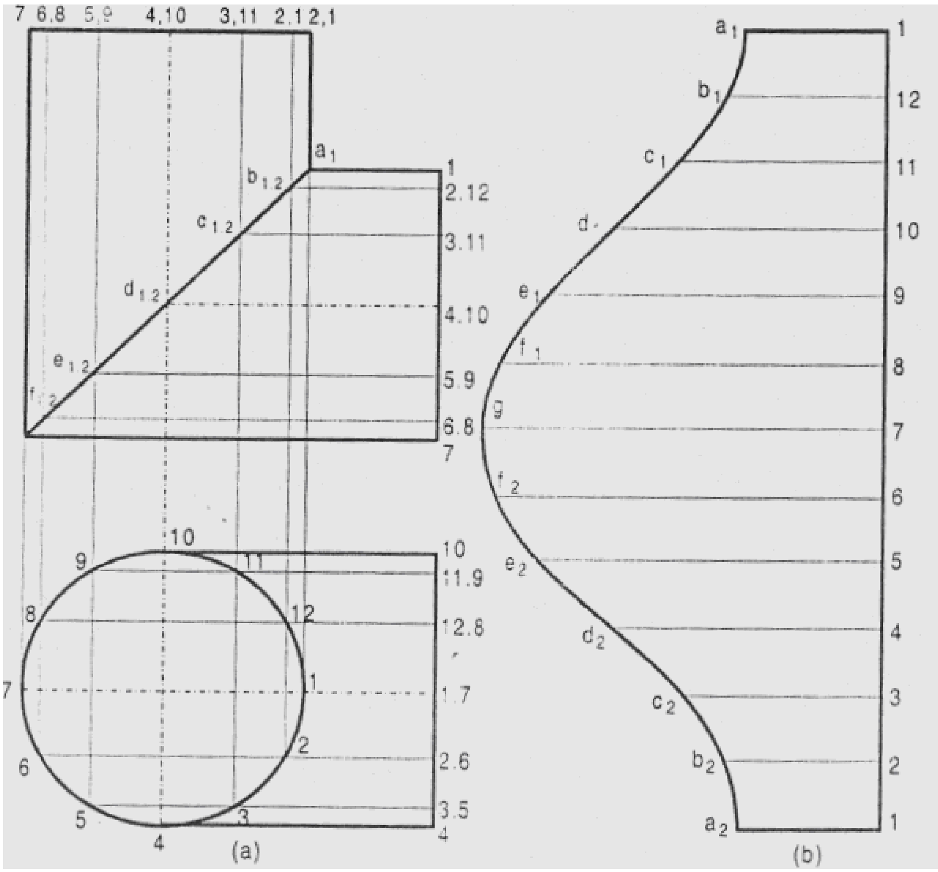


Gambar 2.14. Pembentangan prisma segi enam lurus dan miring

Contoh 5: Bukaan dua buah tabung yang disambung

Gambar 2.15a menunjukkan sebuah sambungan siku-siku dari dua buah tabung. Bentuk lingkaran pada pandangan atas dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar, kemudian dari titik-titik tersebut ditarik garis-garis vertikal dan horizontal. Selanjutnya tarik garis vertikal ke bidang pandangan depan sehingga berpotongan dengan garis pertemuan kedua tabung. Karena kedua tabung mempunyai garis tengah yang sama maka garis pertemuan tersebut merupakan garis lurus. Bukaan dari salah satu tabung ditunjukkan pada Gambar 2.15b, misalkan tabung tersebut dibelah dari titik 1 memanjang.

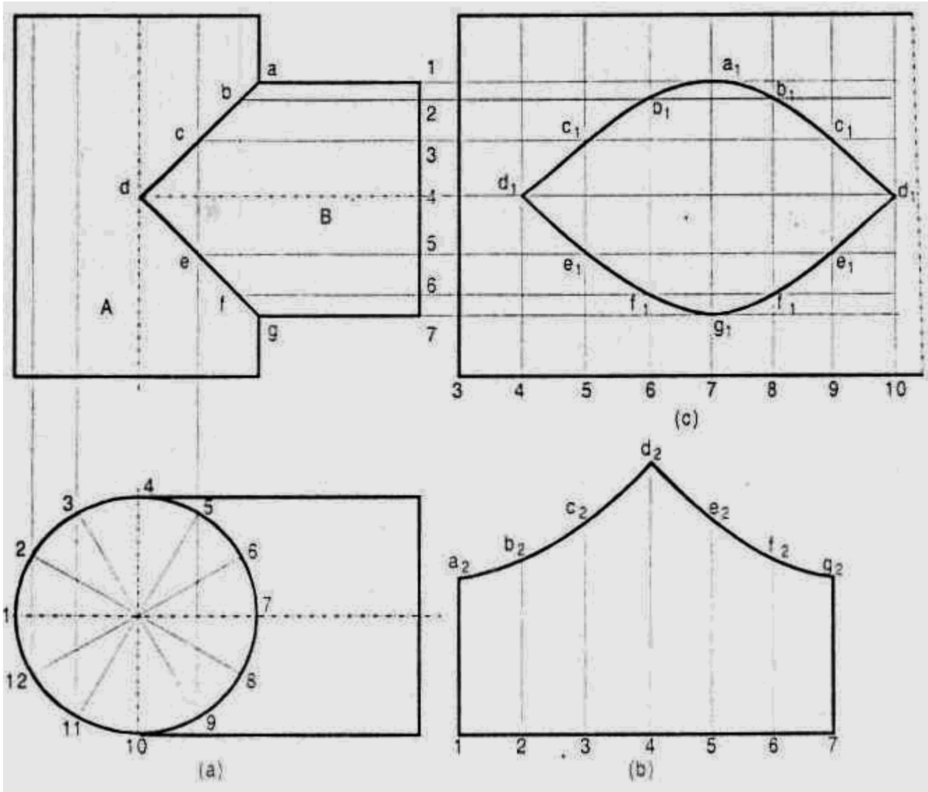
Dengan menggunakan jangka ukurkan panjang garis-garis a,1 sama panjang dengana21, garis b,12 sama dengan b22, garis c1, 11 sama panjang c23,demikian seterusnya hingga semua garis tergambar. Kemudian titik-titik a1, b1, c1, sampai titik a2 dihubungkan sehingga merupakan garis lengkung



Gambar 2.15. Bukaan dua buah tabung yang disambung

Gambar 2.16. adalah sebuah sambungan berbentuk T dari dua buah tabung yang garis tengahnya sama. Lingkaran tersebut dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar. Dari titik tersebut ditarik garis-garis ke bidang depan. Karena kedua tabung tersebut mempunyai garis tengah yang sama maka garis pertemuan kedua tabung adalah garis lurus. Pada penyambungan ini, garis sambungan berbentuk V. Guna menggambar bukaan dari bagian A, buat sebuah empat persegi panjang, bagi menjadi 12 bagian yang sama. Tabung dibuka dari titik 3 memanjang. Tarik garis-garis a, b, c, d, e,f, dan g ke empat persegi panjang sehingga memperoleh titik-titik a1, b1, c1, d1, e1, f1, dan g1. Hubungkan titik-titik tersebut. Untuk menggambar bukaan bagian B, buat sebuah empat persegi panjang pembantu dan bagi menjadi 12bagian yang sama. Bila dibuka dari titik 1 memanjang, makagaris 1a sama dengan garis 1a2, garis 2b

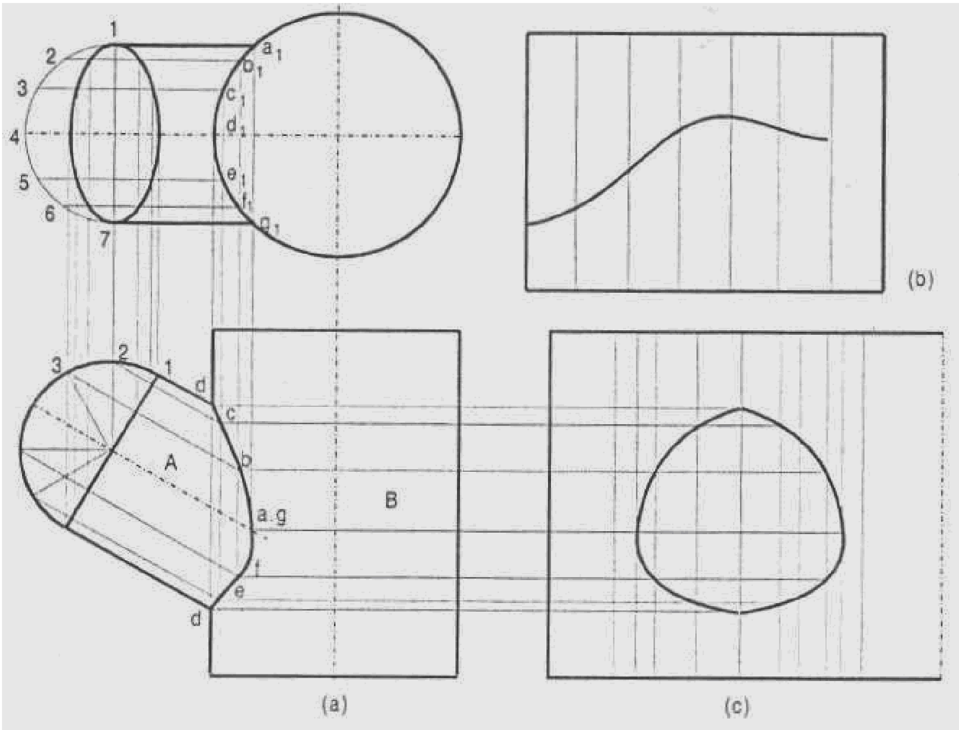
sama dengan garis2b2, garis 3c sama panjang dengan garis 3c2, garis 4dsama panjang dengan garis 4d2, garis 5e sama panjang dengan garis 5e2, garis 6f sama panjang dengan garis 6f2,dan garis 7g sama panjang dengan garis 7g2. Kemudian titiktitika2, b2, c2, d2, e2, f2, dan g2, dihubungkan.



Gambar 2.16. Bentangan sambungan T
dua buahtabung/silinder

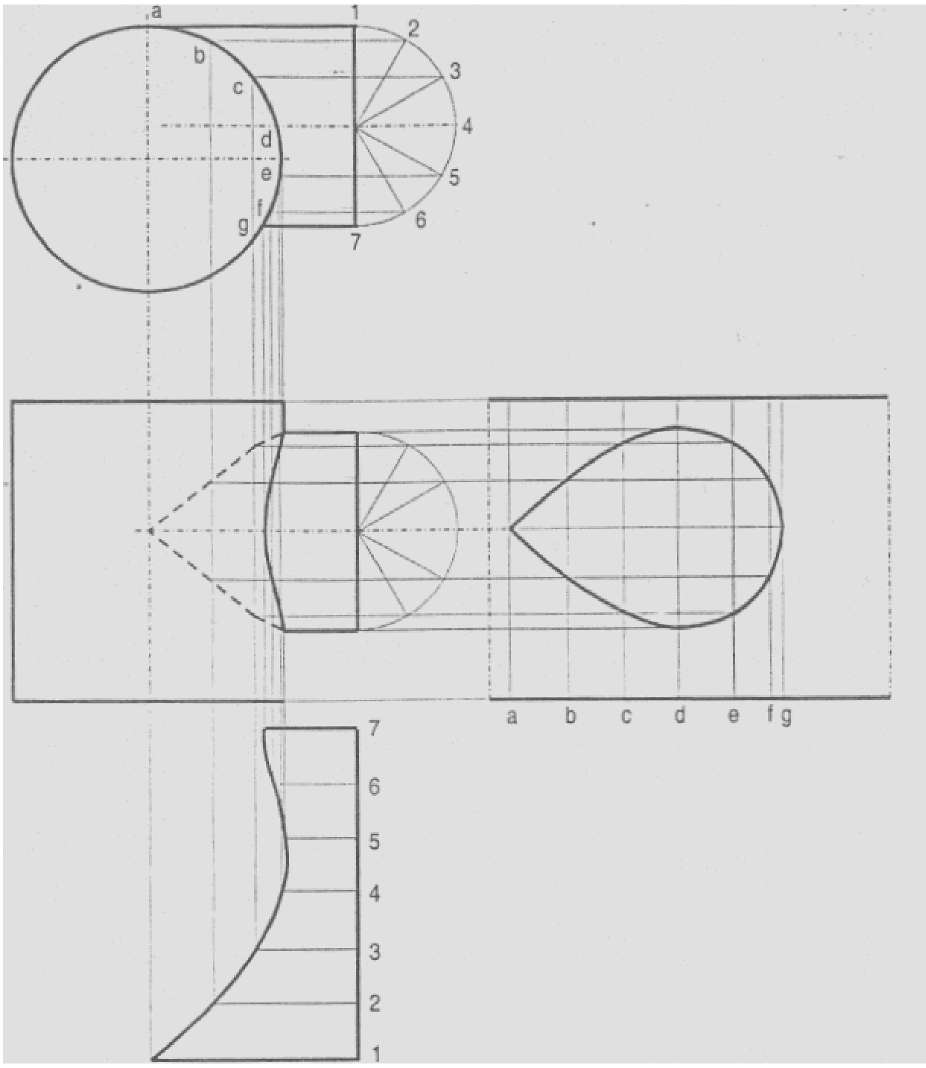
Gambar 2.17. menunjukkan sebuah sambungan tabung.Tabung-tabung tersebut garis tengahnya tidak sama. Tabung yang kecil disambung miring terhadap tabung yang besar.Cara menggambarnya, buat lingkaran pada ujung tabung yang kecil, kemudian bagi menjadi 12 bagian yang sama.Tarik garis-garis lurus terhadap garis x-x sehingga diperoleh titik-titik potong 1', 2', 3', 4', 5', dan 6'.Tarik garis-garis dari titik-titik a1, b1, c1, d1, e1, f1, dan g1 kebidang pandangan depan sehingga memperoleh titik-titik a,b, c, d, e, f, dan g. Titik-titik tersebut dihubungkan, garis iniadalah garis pertemuan kedua tabung yang disambungkan.Gambar 2.16 b

adalah bukaan dari tabung A, sedang Gambar 2.16 c adalah bukaan dari tabung B.



Gambar 2.17. Bentangan sambungan dua buah tabung dengandiameter yang berbeda

Gambar 2.17. adalah sambungan dari dua tabung, tetapi kedudukan tabung yang kecil digeser sehingga tidak simetris.Buat lingkaran pada ujung tabung yang kecil, lingkaran tersebut dibagi dalam 12 bagian yang sama besar. Tarik garis-garis mendatar dan vertikal sehingga memperoleh titiktitik potong a, b, c, d, e, f, dan g.Bukaan tabung bagian A tampak pada Gambar 2.17b. Sedang Gambar 2.17c menunjukkan bukaan tabung B,namun hanya ditunjukkan separonya.



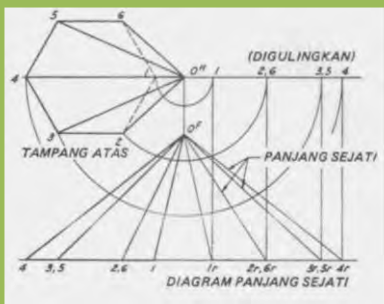
Gambar 2.18. Sambungan dua buah tabung yang tidak simetris

Menentukan panjang sejati garis (true length)

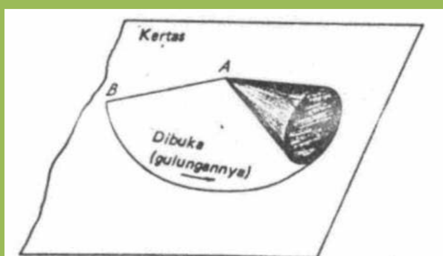
Guna membuat pembentangan permukaan samping obyek, seringkali diperlukan penentuan panjang sejati garis miring yang menggambarkan rusuknya. Metode umum untuk menentukan panjang sejati garis landai pada semua koordinat bidang proyeksi telah dijelaskan teperinci sebelumnya.

Diagram panjang sejati (*True Length*)

Apabila perlu membentangkan permukaan untuk menemukan panjang sejati sejumlah rusuk atau sejumlah elemen, sesuatu kekacauan dapat dihindarkan dengan membuat diagram panjang sejati, berbatasan dengan panjang ortografik seperti yang terlihat dalam gambar 2.19. elemen digulingkan dalam kedudukan sejajar dengan bidang *F* (depan) sehingga panjang sejatinya terlihat dalam diagram. Pelaksanaan ini mencegah tampang muka dalam ilustrasi menjadi kusut oleh garis, beberapa diantaranya menggambarkan elemen dan yang lain akan menggambarkan panjang sejatinya. Gambar 2.20. memperlihatkan diagram yang memberikan panjang sejati rusuk piramida. Setiap garis yangmenggambarkan panjang sejati rusuk merupakan hipotenusa segitiga lurus, yang tingginya adalah tinggi rusuk dalam tampang muka dan yang dasarnya sama dengan panjangproyeksi rusuk dalam tampang atas. Panjang proyeksi atas rusuk piramida diukurkan mendatar dari garis vertikal, yang sebenarnya dapat ditarik dalam sembarang jarak dari tampang muka. Karena semua rusuk yang mempunyai tinggi yanng sama, maka garis ini merupakan kaki vertikal bersama
bagi semua segitiga siku dalam diagram. Diagram sejati yang terlihat dalam gambar 4.46. sebenarnya dapat dibuat dengan sangat baiknya dengan memakai metode ini



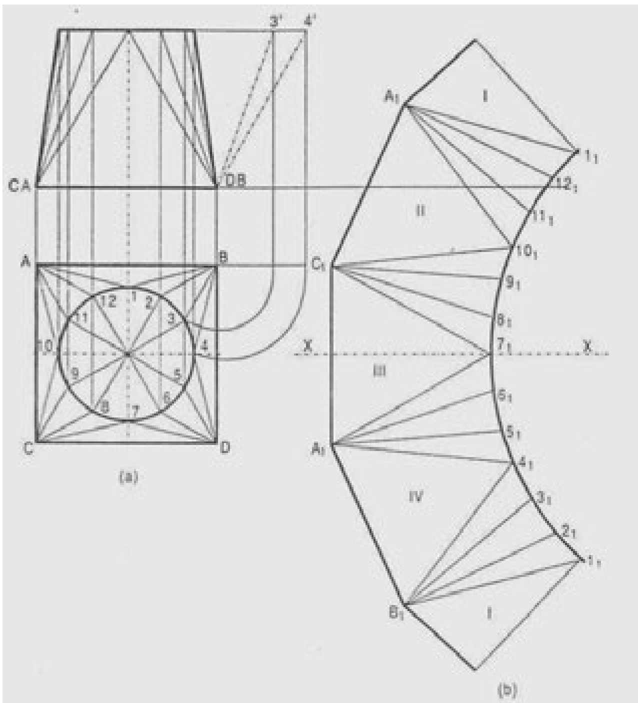
Gambar 2.19. Diagram panjang sejati (metode putar)



Contoh 6: Bukaan bentuk benda berbeda ujungnya.

Gambar 2.21b adalah sebuah bukaan dan suatu corong dengan alas segi empat dan ujungnya berbentuk lingkaran. Lingkaran pada Gambar 2.21a dibagi menjadi 12 bagian yang sama besar.Dengan pusat lingkaran di titik B, buat lingkaran di titik 3 dan titik4, kemudian tarik garis tegak lurus, maka diperoleh titik 3' dantitik 4'. Panjang garis B3 dan B4, adalah panjang yang sebenarnya. Buat garis sumbu x-x dan buat CD tegak lurus x-x.Buat garis D171 dan C171, garis tersebut sama panjang dengan garis B4'. Buat lingkaran di titik 7, dengan jari-jari 1-2, dan buat lingkaran di titik D1, dengan jari-jari B3, hingga diperoleh titik 61.

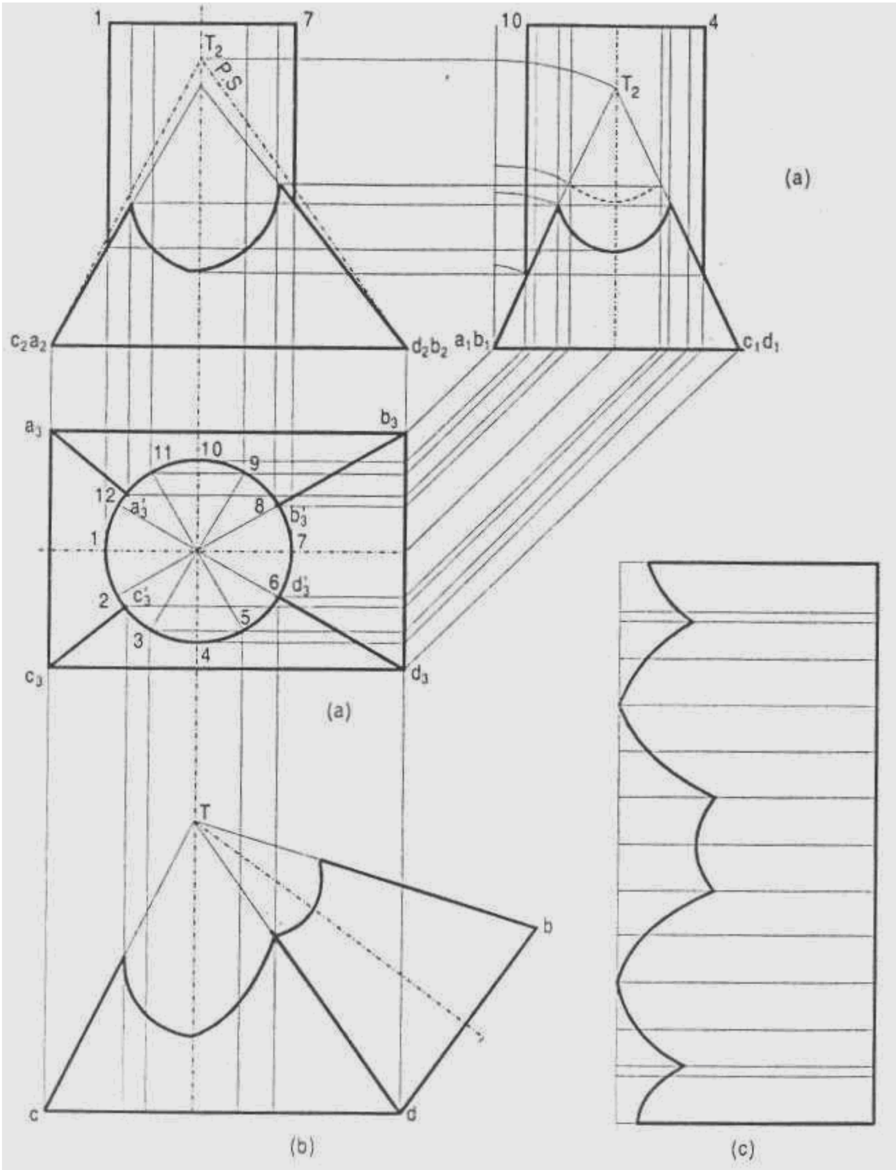
Buat lingkaran di titik 61. dengan jari-jari 1-2 dan buat lingkaran dititik D1, jari-jari B3, hingga diperoleh titik 51. Dengan pusat di titikD1 buat lingkaran dengan jari-jari B4, dan di titik 51 dibuat lingkaran dengan jari-jari 1-2 diperoleh titik 41. Demikian seterusnya sehingga garis 11-11 sama dengan keliling lingkaran.



Gambar 2.21. Bukaan dan suatu corong dengan alas segi empat dan ujungnya berbentuk lingkaran

Gambar 2.21a adalah sebuah piramida yang disambung dengan silinder. Dengan pusat di titik b1, lingkarkan titik T1 dan tarik garis

mendatar sehingga diperoleh titik T2. Garis b2T2 adalah panjang sisi yang sebenarnya. Bukaan dari piramida ditujukan pada gambar 2.21b yang hanya ditunjukkan separo. Sedangkan Gambar 4.21c adalah bukaan dari sebuah silinder yang disambungkan.

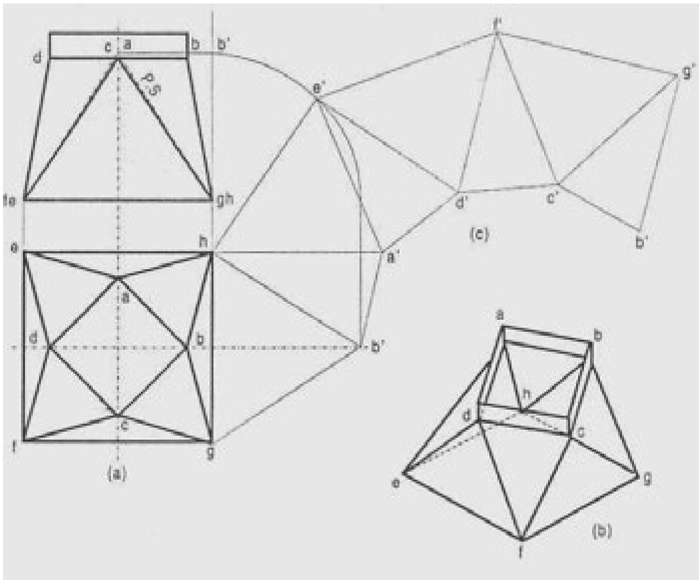


Gambar 4.21. Bukaan dan sebuah piramida yang disambung dengan silinder

Gambar 2.22. adalah bukaan sebuah corong segi empat.Gambarlah beberapa contoh pandangan dalam proyeksi daricorong tersebut, kemudian cari panjang sisi yang sebenarnya.Caranya, buat busur

lingkaran di titik g dengan jari-jari sehingga diperoleh titik b'. Dari titik b' tersebut ditarik garis mendatar ke sumbu tegak sehingga diperoleh titik b". Hubungkan titik b" dengan titik g maka panjang garis tersebut adalah panjang sisi yang sebenarnya.

Cara menggambar bukaan corong tersebut adalah dengan membuat garis tegak maupun mendatar. Dengan menggunakan jangka ukurkan panjang garis gh ke garis tersebut. Buat garis tegak lurus melalui pertengahan garis gh, kemudian ukurkan garis tinggi corong tersebut sehingga diperoleh titik b' pada garis tinggi. Hubungkan titik b' dengan titik g dan h, segi tiga tersebut adalah salah satu bidang dari corong. Dengan menggunakan jangka, ukurkan panjang ab. Buat busur lingkaran di titik b'dengan jarijari ab, kemudian buat busur lingkaran di titik hdengan jari-jari hb", maka diperoleh titik a'. Buat busur lingkaran di titik h dan a' dengan jari-jari hb" hingga diperoleh titik e'.Lakukan dengan cara yang sama hingga diperoleh bentuk bukaan corong tersebut.

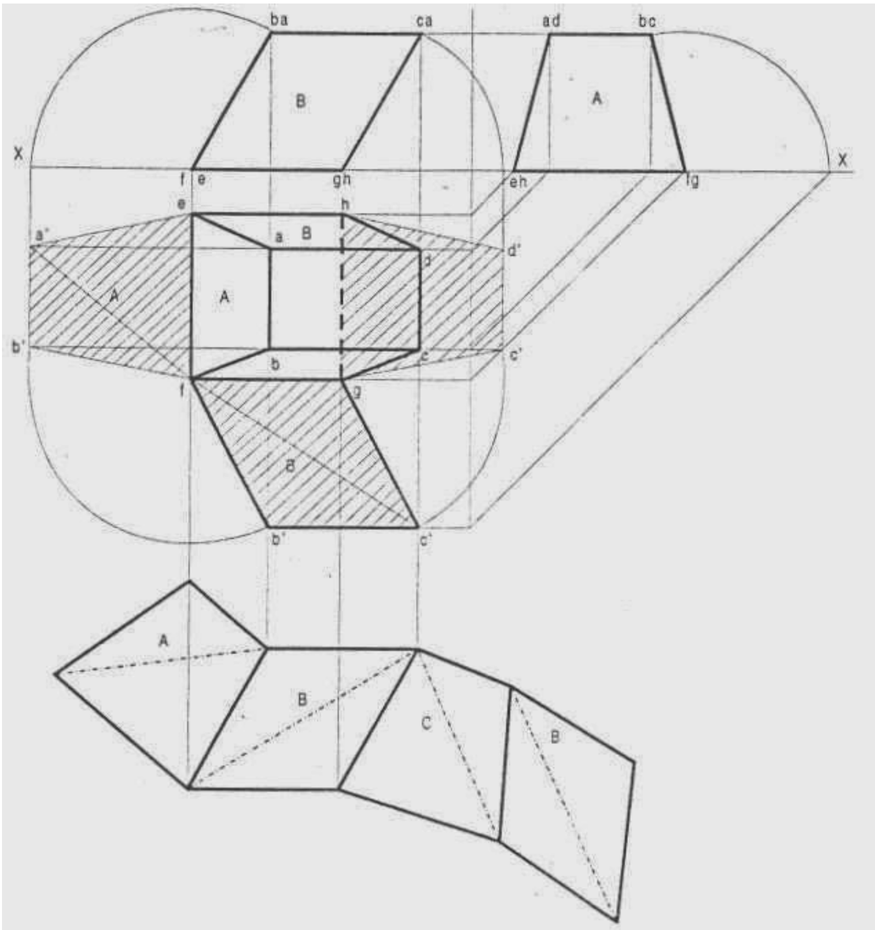


Gambar 2.23. Bukaan sebuah corong segi empat

Gambar 2.23. menunjukkan bukaan corong segi empat daribahan pelat dengan proyeksi Eropa *(*first *angle projection).*Sebagai dasar adalah segi empat yang mendatar. Corongtersebut kemudian digambar pada bidang proyeksi masing-masing.Untuk memperoleh sisi yang sebenarnya dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

Buat garis e-a' dengan cara membuat busur lingkaran dengan pusat di titik e dengan jari-jari e-a. Kemudian tarik garis tegak lurus dari sumbu x-x.

Perpanjangan garis d-a akan berpotongan dengan garis tersebutdi titik a'.

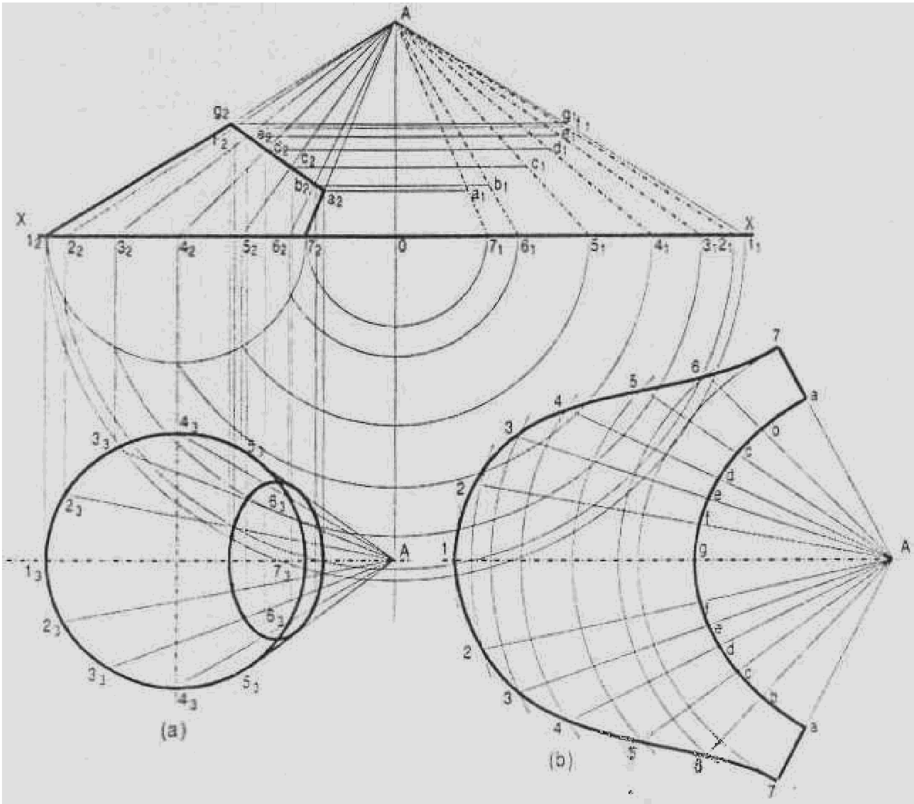


Gambar 2.24. Bukaan corong segi empat dari bahan pelat

Selain itu perpanjangan garis c-b berpotongan dengan garis tersebut di titik b'. Hubungkan titik a' dengan a serta b' dengan bmaka segi empat ea'b'f adalah bidang A yang sebenarnya. Carayang sama dapat dilakukan untuk memperoleh bidang B yang sebenarnya. Buat busur lingkaran dengan jari-jari g-c dengan pusat lingkaran di titik g.

Busur tersebut berpotongan dengan x-x. Dari titik ini tariklah garis dengan sudut 450 dengan sumbu mendatar sehingga berpotongan dengan sumbu tegak. Kemudian tarik garis mendatar dari titik tersebut sehingga berpotongan dengan garisdc di titik c'. Selain itu juga berpotongan dengan perpanjangan garis a-b' di titik b'. Tarik garis dari titik c' ke c dan dari titik b' iceb sehingga segi empat b'c'gf adalah bidang B yang sebenarnya.

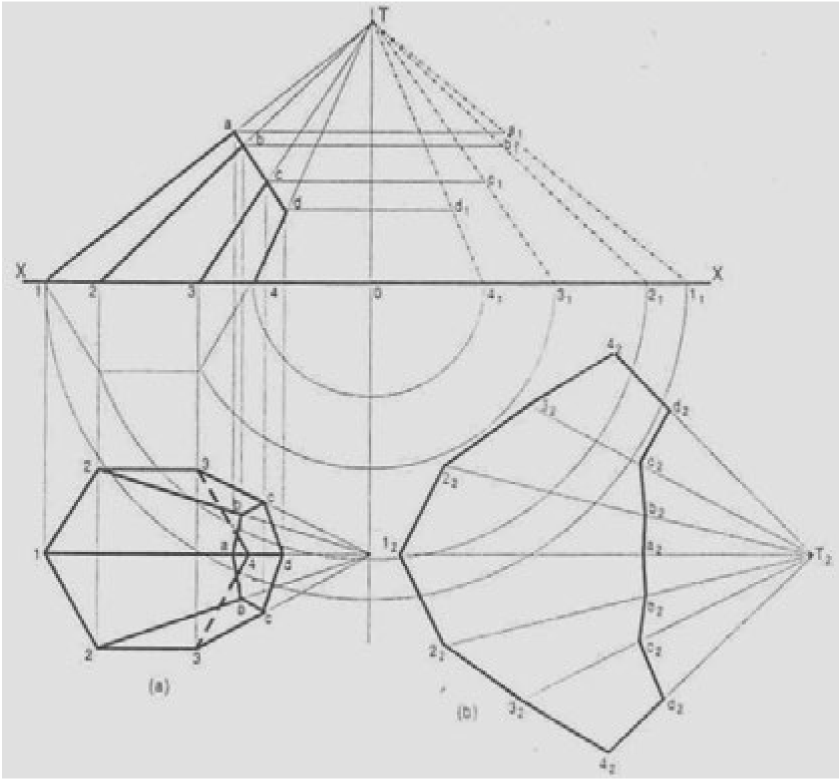
Gambar 2.24. adalah kerucut yang miring dan dipotong miring.Cara menggambarnya, buat lingkaran perpotongan pada pandangan atas, kemudian bagi dalam 12 bagian yang sama besar. Dengan pusat di titik 0, buat busur lingkaran di titik-titik bagi tersebut ke sumbu x-x, dan tarik garis-garis ke titik A.Maka garis-garis 71A, 61A, 51A, 41A, 31A, 21A, dan garis 11A adalah panjang yang sebenarnya. Bukaan dari kerucut tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.34. Dengan pusat di titik A, buat lingkaran 1 dengan jari-jari 11A, lingkaran 2 dengan jari-jari 21A , lingkaran 3 dengan jari-jari 31A, hingga lingkaran 7 dengan jari-jari71A. Dari titik 1, 2, 3, 4, 5, 6 dibuat lingkaran dengan jari-jari122'. Ukurkan panjang sisi yang sebenarnya pada garisgaris 71,6b, 5c, hingga 1g. Titik-titik 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dihubungkan,demikianjuga titik-titik a, b, c, dan seterusnya dihubungkan.



Gambar 2.24. Bukaan kerucut miring dan dipotong Miring

Gambar 2.25a. menunjukkan gambar sebuah piramida dengan alas berbentuk segi enam. Piramida tersebut dipotong oleh sebuah bidang yang miring terhadap sumbu x-x. Untuk menggambar bukaan dari piramida tersebut, kita harus tahu panjang sisi yang sebenarnya. Panjang sisi 11T dan 41T adalah panjang yang sebenarnya, tetapi belum mengetahui panjang 2Tdan 3T yang sebenarnya. Untuk menggambar diperlukan juga panjang 21T dan 31T yang sebenarnya. Untuk memperoleh panjang sebenarnya, caranya adalah sebagai berikut.

Lingkarkan titik-titik 1, 2, 3, dan 4 dengan pusat lingkaran di titiko ke sumbu x-x. Diperoleh titik 11, 21, 31, dan 41 Titik 41, 31, 21,dan 11 dihubungkan dengan titik T maka panjang 41T, 31T, 21Tdan 11T adalah panjang yang sebenarnya

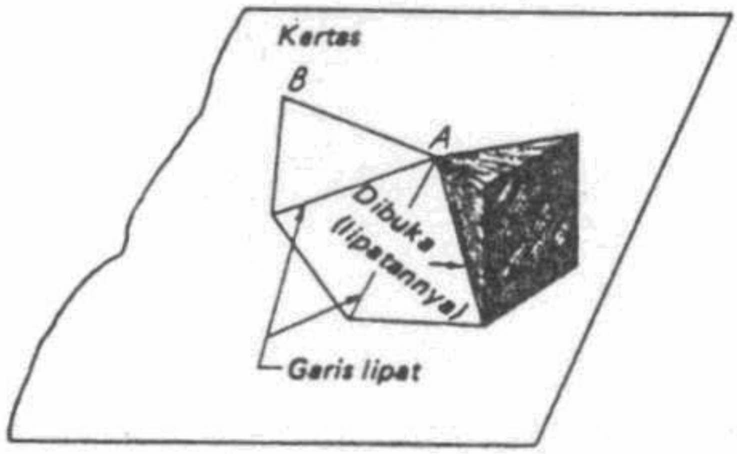


Gambar 2.25. Bukaan sebuah piramida dengan alas berbentuk segi enam

Gambar 2.26. Bukaan sebuah piramida dengan alas berbentuk segi enam menggambarnya adalah sebagai berikut. Buat garis 12T2 sepanjang 11T, kemudian buat lingkaran di titik 12 dengan panjang jari-jari sama dengan panjang dari salah satu sisi segi enam.Buat lingkaran di titik T2 dengan jari-jari 21T sehingga berpotongan di titik 22.Buat lingkaran di titik 22 dengan jari-jari 1-2, kemudian buat lingkaran dengan jari-jari 31T dengan pusat lingkaran di titik T dan berpotongan di titik 32. Buat lingkaran di titik 32 dengan jari-jari1-2, kemudian buat lingkaran di titik T dengan jari-jari 41T sehingga berpotongan di titik 42. Bila titik-titik tersebut dihubungkan satu sama lain merupakan bukaan dari alasnya. Sekarang ukurkan panjang sisi-sisi 42d2 sama dengan 41d1, 32c2 sama dengan 31c1,22b2 sama dengan 21b1, dan panjang 12a2 sama dengan i1a1 . Kemudian titik-titik a2, b2, c2, dan seterusnya dihubungkan.

b) Pemakaian Metode Segitiga

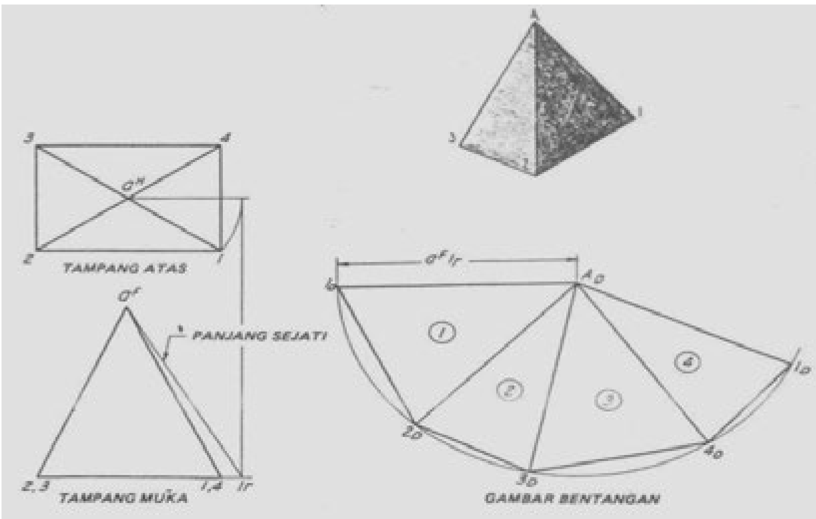
Contoh 1 : Pembentangan piramida



Gambar 2.26. Pembentangan piramida

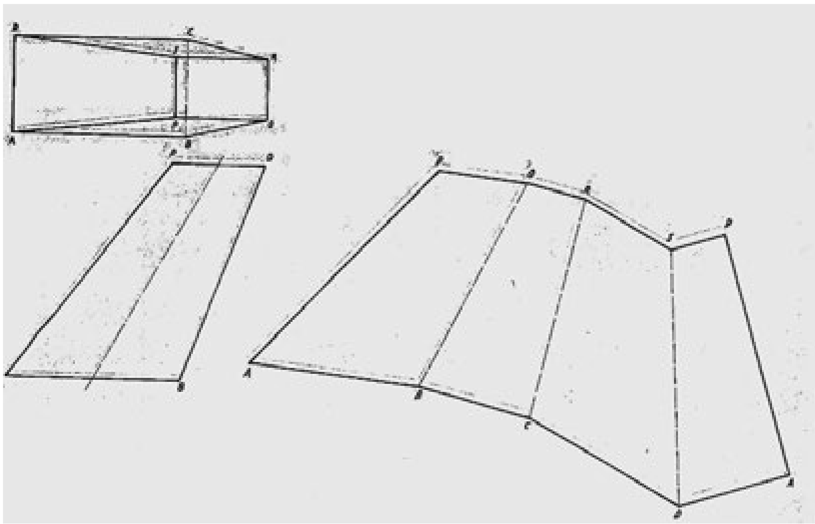
Contoh 2: Membentangkan piramida lurus

Untuk membentangkan permukaan (membuka lipatan) permukaan samping piramida lurus, perlulah untuk lebih dahulu menentukan panjang sejati rusuk dan ukuran sejatidasar. Dengan informasi ini, pembentangan dapat dibuat dengan menampakkan muka dalam urutan berturut-berturutdengan rusuk bersama disambungkan. Apabila permukaan dibayangkan dibuka lipatannya dengan memutar piramida, seperti terlihat dalam gambar 2.27. maka tiap-tiap muka segitiga digulingkan kedalaman bidang sekeliling rusuk yang menjadi miliknya bersama dengan sekeliling muka sebelumnya.

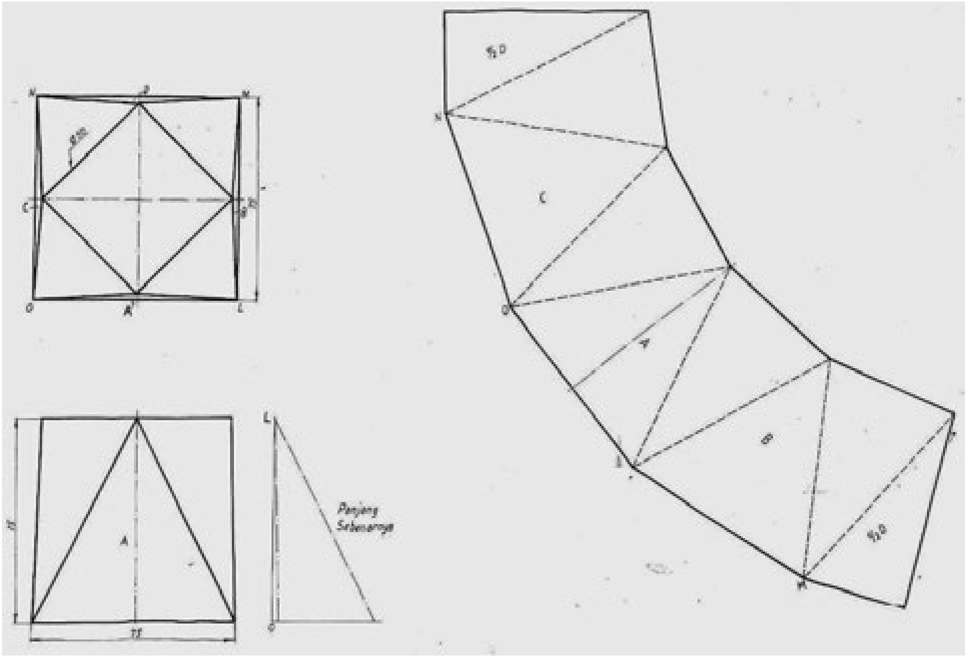


Gambar 2.27. Pembentangan piramida segitiga

Karena semua rusuk piramida yang terlihat dalam gambar2.28. sama panjangnya, maka hanyalah perlu untukmenemukan panjang satu rusuk *A*1 dengan mengulingkannya dalam kedudukan af. Rusuk dasar, 1-2, 2-3dan seterusnya adalah sejajar dengan bidang proyeksi mendatar dan sebagai akibatnya kelihatan dalam panjang sejatinya dalam tampang atas. Dengan informasi ini, gambar bentangan dapat dibuat lengkap dengan mudah dengan membuat keempat permukaan segitiga.

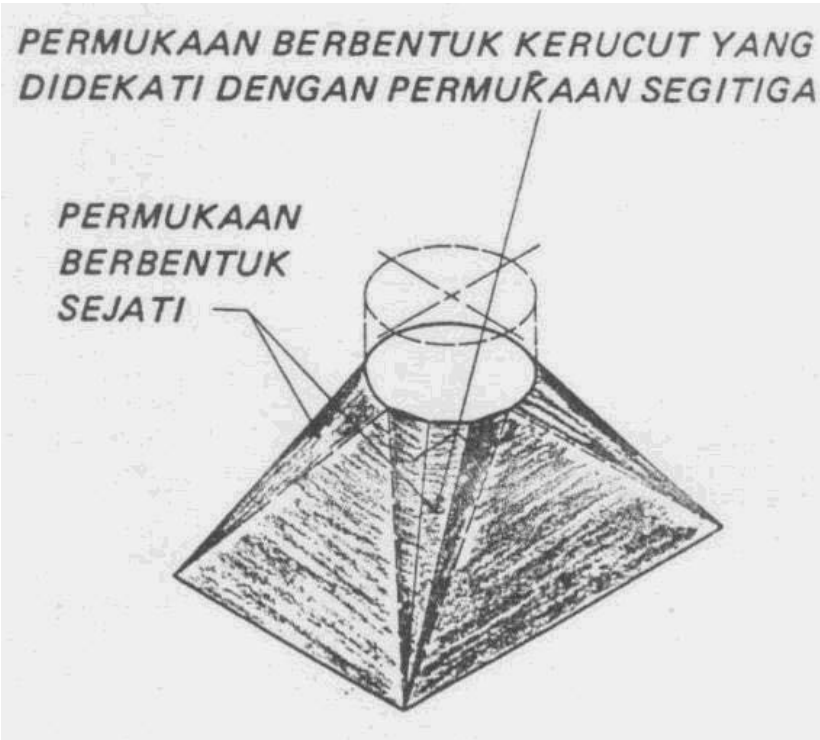


Gambar 2.28. Pembentangan prisma segi empat miring



Gambar 2.29. Pembentangan triangulasi segi tiga dan segi empat

c) Pemakaian metode trianggulasi

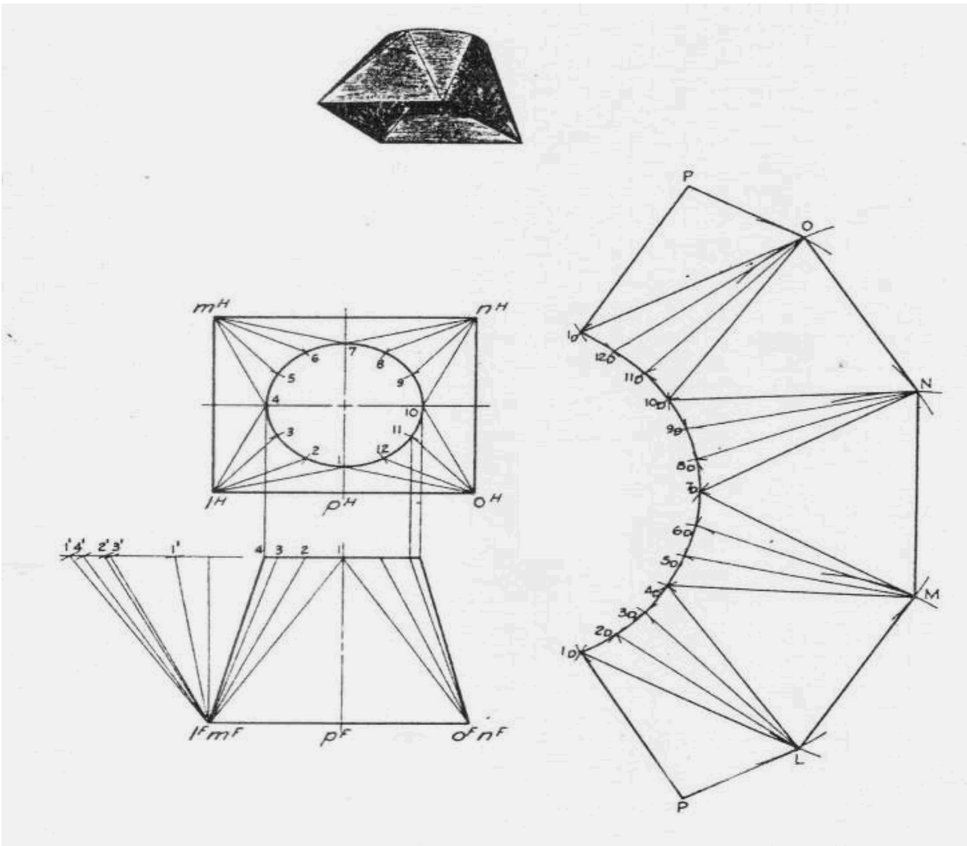


Gambar 2.30. Triangulasi permukaan.

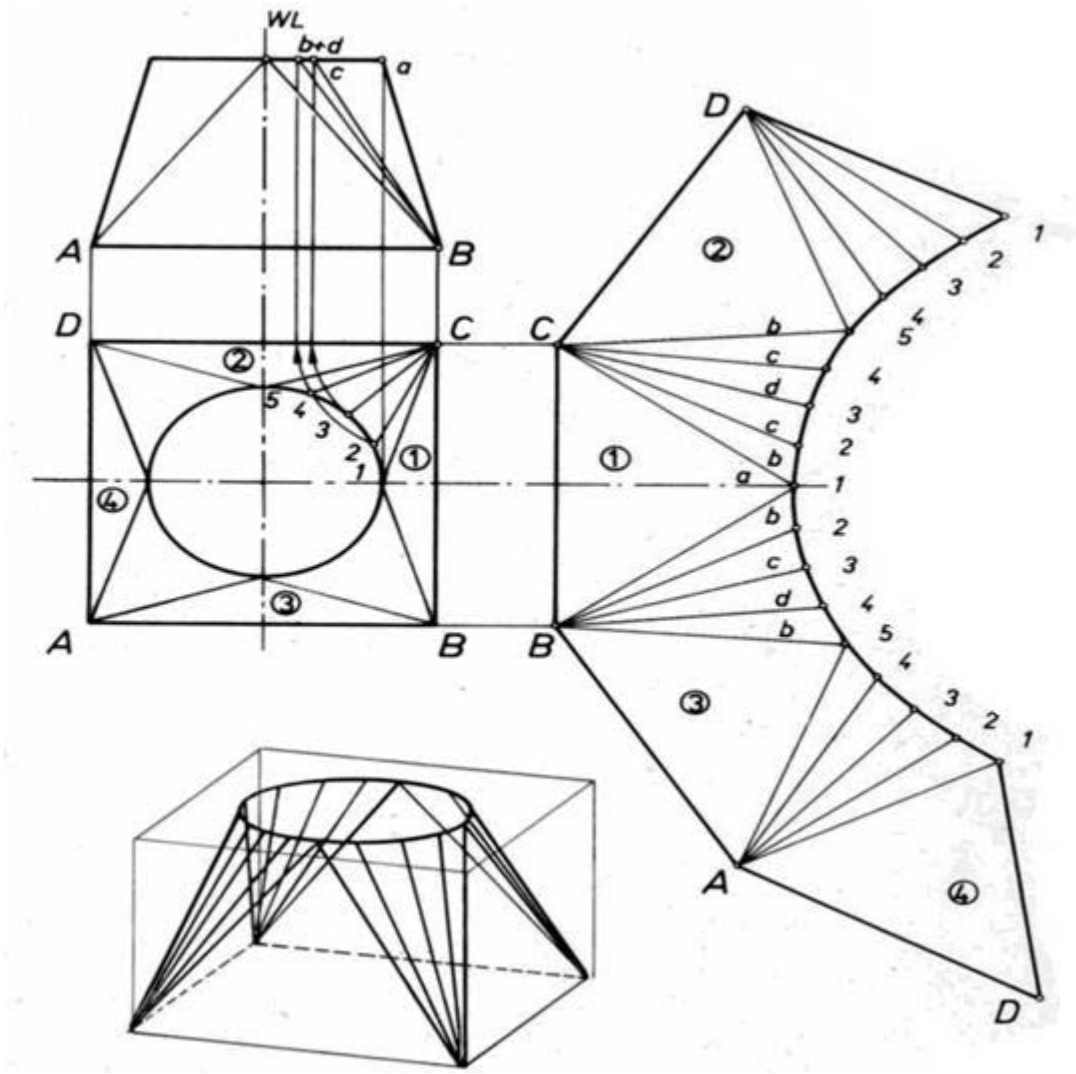
Metoda trianggulasi pembentangan dengan pendekatan permukaan yang mampu dibentangkan.

Permukaan yang tak mampu dibentangkan dapat dibentangkan dengan pendekatan apabila permukaannya dimisalkan tersusun dari sejumlah permukaan kecil yangdapat dibentangkan. Metode khusus yang biasanya dipakai untuk permukaan baling (*warped surface*) dan permukaan kerucut miring dikenal dengan metode triangulasi.

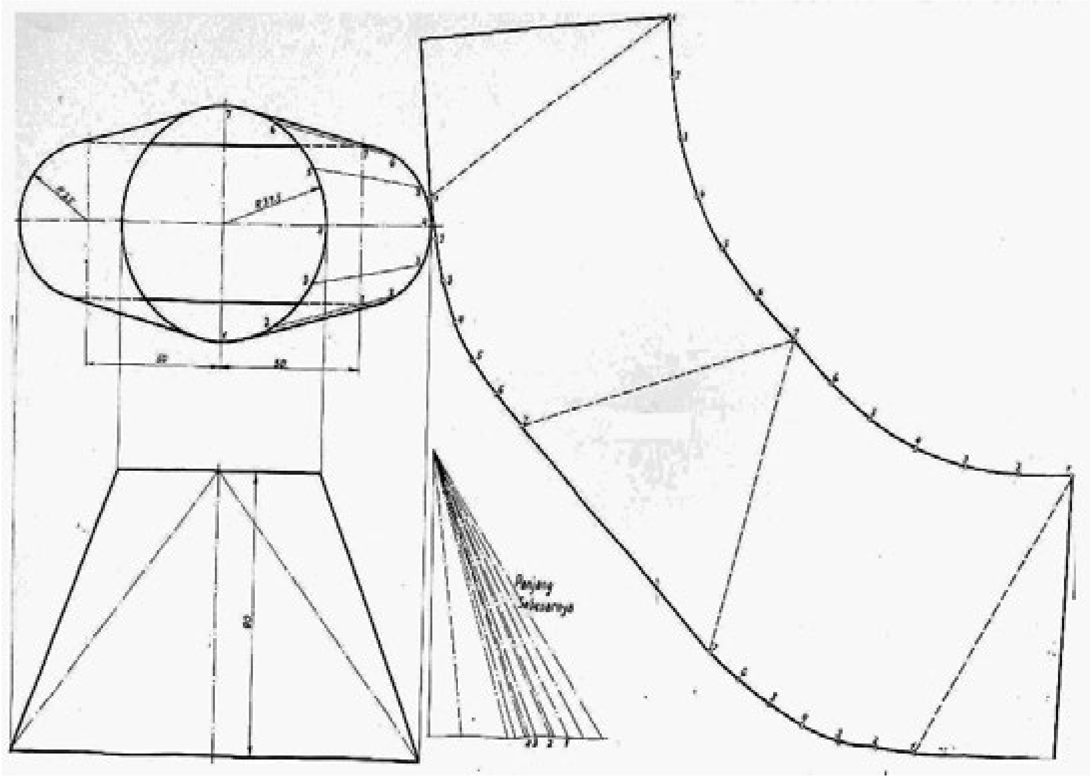
Prosedurnya terdiri dari sama sekali menutupi permukaan samping dengan segitiga kecil dengan jumlah banyak, yangakan terletak degan pendekatan pada permukaan. Segitigaini, apabila disusun dalam uluran sejati dengan rusuk milik bersama disambungkan, menghasilkan gambar bentangan dengan pendekatan yang cukup cermat untuk kebanyakan
tujuan praktis. Gambar 2.31



Gambar 2.31. Bagian peralihan pipa yang menyambung pipa bulat dan pipa bujur sangkar



Gambar 2.32. Bagian peralihan pipa bulat dan pipapipa bujur sangkar



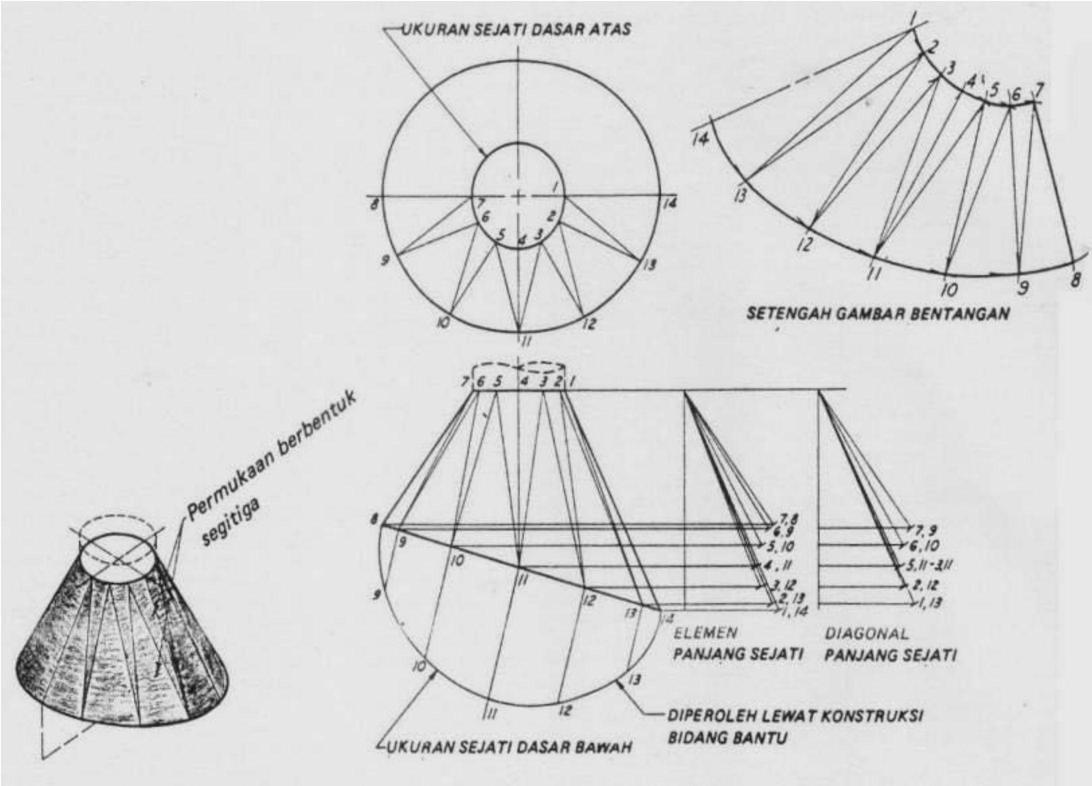
Gambar 2.33. Bagian peralihan pipa bulat dan pipa lonjong

Membentangkan bagian peralihan pipa yang mempunyai permukaan mampu dibentangkan dengan pendekatan lewat metode tringulasi.

Gambar 2.34. memperlihatkan separoh gambar bentangansuatu bagian peralihan pipa yang bukan mempunyai permukaan berbentuk kerucut sebagian, melainkan mempunyai permukaan baling. Metode membangun gambar bentangan agak serupa, tetapi gambar bentangan ituterbentuk oleh sejumlah segitiga kecil, dengan ukuran sejati,yang disusun untuk mendekati permukaan. Ukuran sejati perpotongan berbentuk lingkaran dapat dilihat dalam tampang atas, dan ukuran sejati perpotongan berbentuk elips diperlihatkan dalam tampang bantu yang dibangun untuk keperluan itu.

Paroh muka lingkaran dalam tampang atas hendaknnya dibagi dalam bagian sama dalm jumlah yang sama seperti parohan tampang bantu. Dengan menyambung titik bagi, permukaan dapat dibagi pada awalnya dalam bentuk bersisi empat. Sebaiknya bentuk bersisi empat (*quadrilaterals*) ini dapat dibagi lagi dalam segitiga dengan menarik diagonal yang sekalipun menurut teori

berupa garis melengkung, dianggap sebagai garis lurus. Panjang sejati elemen dan panjang sejati diagonal diketemukan dengan membuat dua diagram panjang sejati secara terpisah dengan memakai metode yang dilukiskan dalam gambar 2.34.

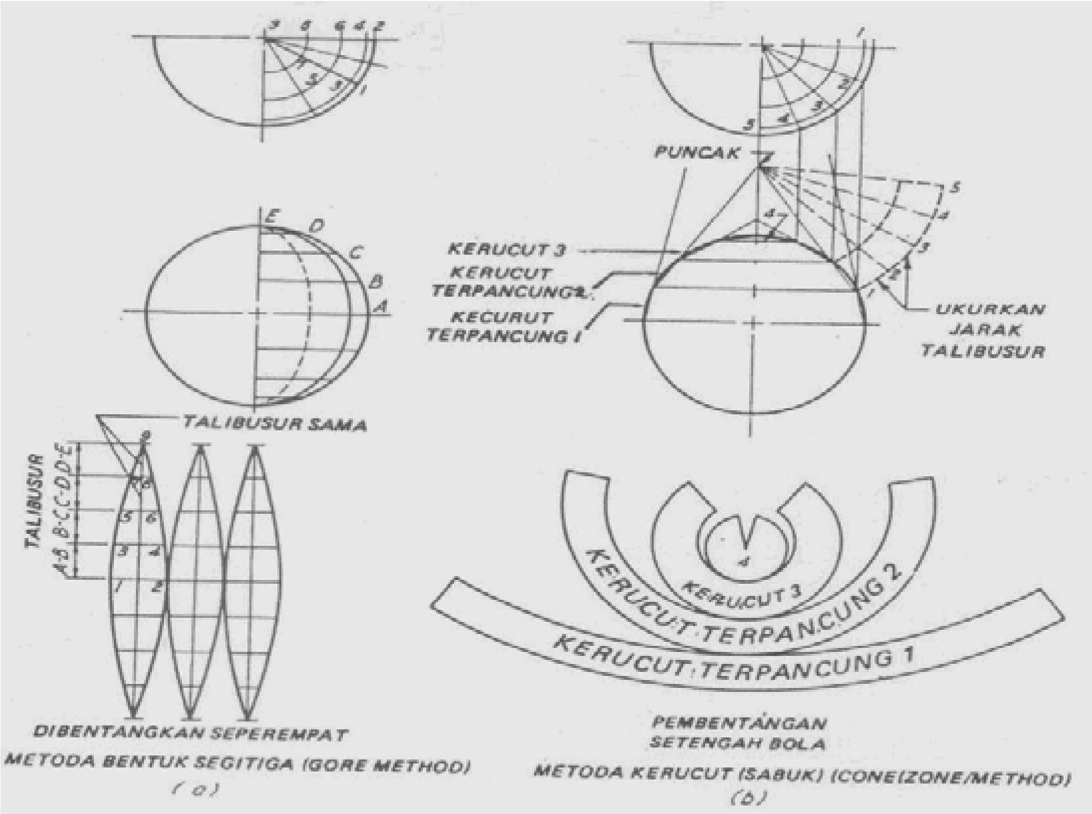


Gambar 2.34 Pembentangan Bagian peralihan pipa lewat triangulasi

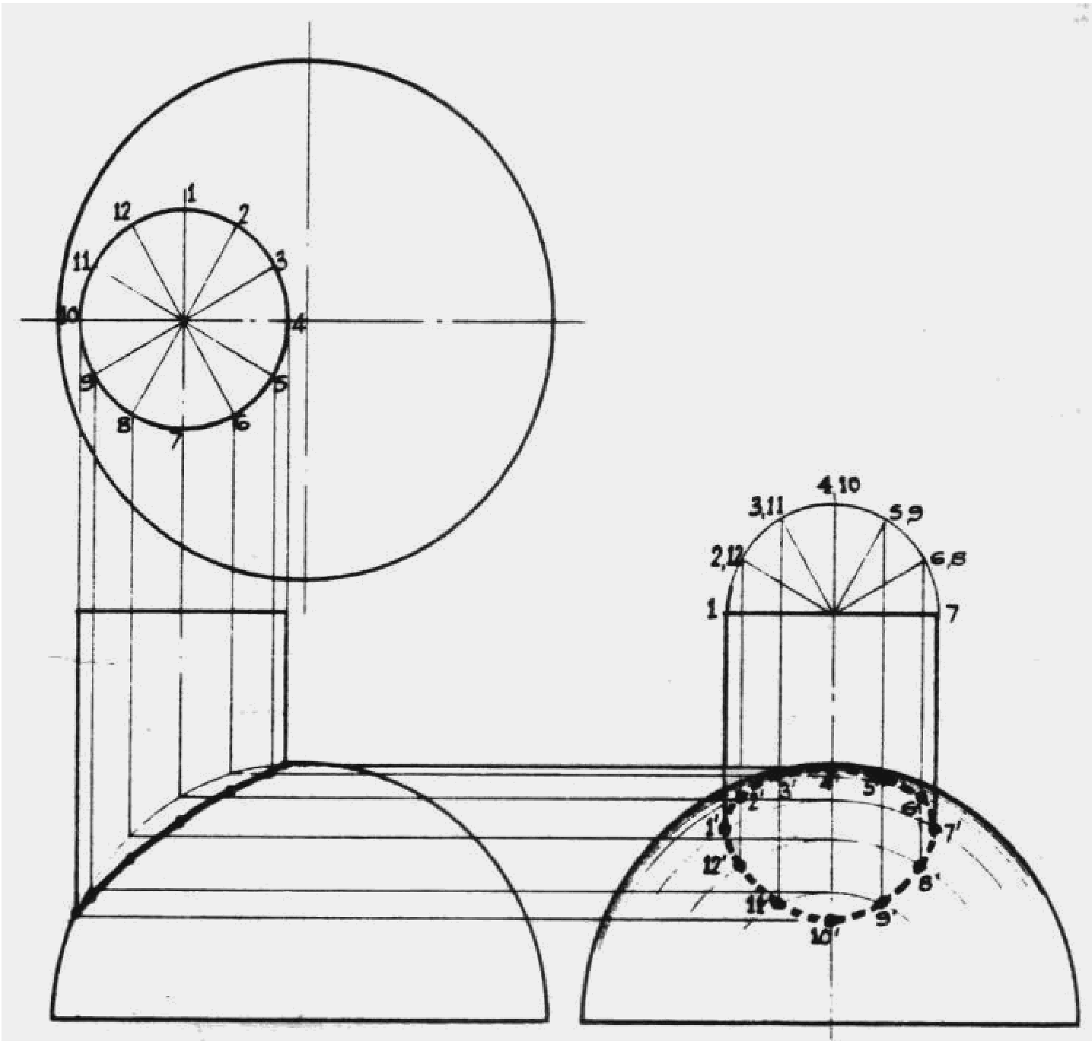
Profil Bola/Membentangkan bola

Permukaan bola merupakan permukaan lengkung berganda yangdapat dibentangkan hanya lewat waktu metode pendekatan. Metode pendekatan yang lazim dipakai dilukiskan dalam gambar 2.35.Di (*a*) penampang dibagi dalam dua bagian meridian silinder yang sama dalam jumlah yang sama. Permukaannya yang dibentangkan merupakan gambar bentangan pendekatan untuk bola. Ketika membuat gambar bentangan perlulah untuk membentangkan permukaan satu bagian (seksi) saja, sebab satu bagian ini dapat dipakai sebagai pola untuk permukaan bentangan untuk masing masing bagian lainnya.

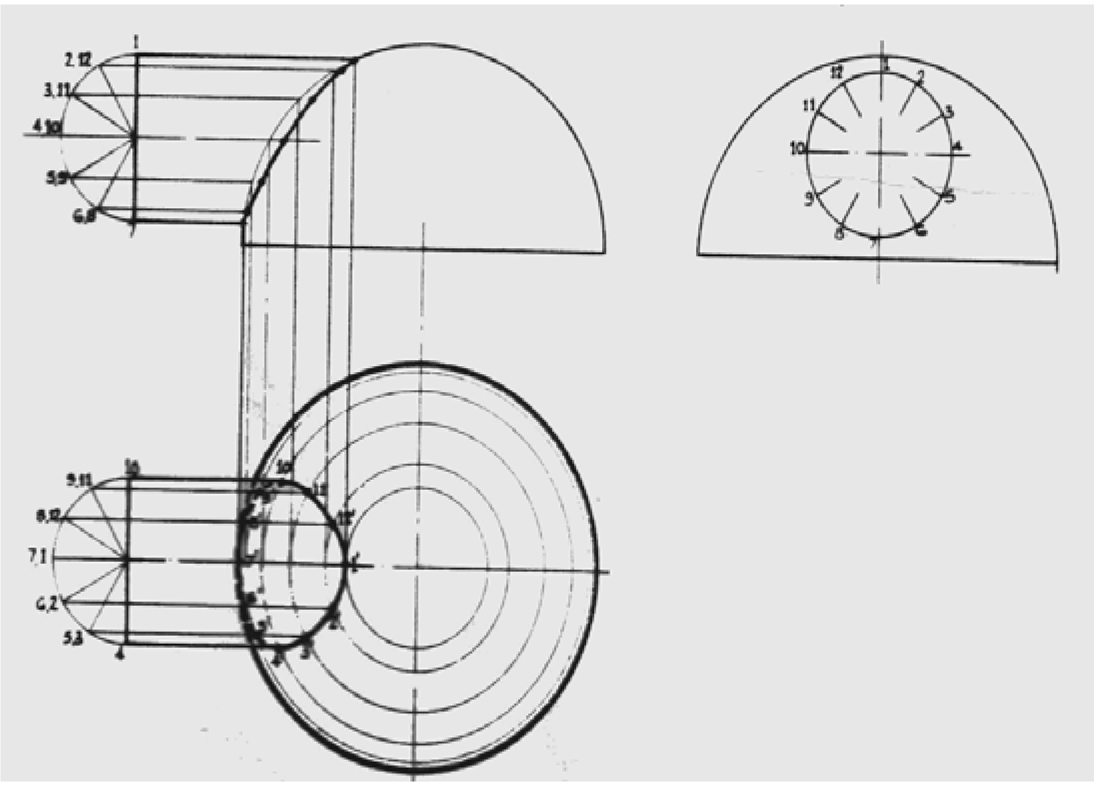
Di (*b*) bola dipotong oleh bidang sejajar yang membaginya dalam sejumlah bagian mendatar; permukaannya mendekati permukaan bola. Masing-masing bagian ini dapat dianggap sebagai kerucut lurus terpancung yang puncaknya bertempat pada perpotongan tali busur yang dipanjangkan.



Gambar 2.35. Pembentangan bola dengan pendekatan



Gambar 2.36. Pembentangan bola dengan sambunganpipa tegak



Gambar 2.37. Pembentangan bola dengan sambunganpipa datar

Perpotongan : Garis perpotongan permukaan geometric

Garis perpotongan dua permukaan adalah garis yang dimiliki bersama oleh kedua bidang itu. Garis ini dapat dianggap sebagai garis yang akan ditempati oleh titik-titik dimana elemen suatu permukaan akan menembus permukaan lainnya.

Hampir semua garis pada gambaran ortografik praktis merupakan garis perpotongan; karena itu, pembicaraan berikut ini dapat dianggap studi yang diperluas menganai subjek itu juga. Metode yang disajikan dalam bab ini adalah prosedur yang dikenali dengan mudah untuk menemukan garis perpotongan yang lebih rumit, yang diciptakan oleh perpotongan permukaan giometrik.

Guna membuat lengkap suatu tampang gambar kerja atau suatu tampang yang perlu untuk membentangkan permukaan bentuk geometrik yang berpotongan, serengkali harus diketemukan garis perpotongan antara permukaan. Pada gambar kerja biasa, garis permotongan dapat "dipalsukan"(*faked in*) melalui beberapa titik kritis. Tetapi pada gambar logam lembaran harus ditempatkan titik dalam jumlah yang cukup untuk memperoleh

garis perpotongan yang cermat dan gambar bentangan yang pada akhirnya harus cermat.

Garis perpotongan dua permukaan diketemukan dengan menentukan sejumlah titik yang dimilliki bersama oleh kedua permukaan itu melalui titik ini menarik garis atau garis-garisdalam urutan yang tepat. Garis perpotongan yang dihasilkan dapat lurus, melengkung atau lurus dan melengkung. Soal menemukan garis yang serupa itu dapat dipecahkan dengan salah satu metode umum, tergantung dari tipe permukaan yang bersangkutan. Dengan maksud menyederhanakan pembicaraan tentang perpotongan ini hendaknya dimisalkan bahwa semua soal dibagi dalam dua kelompok umum ini:

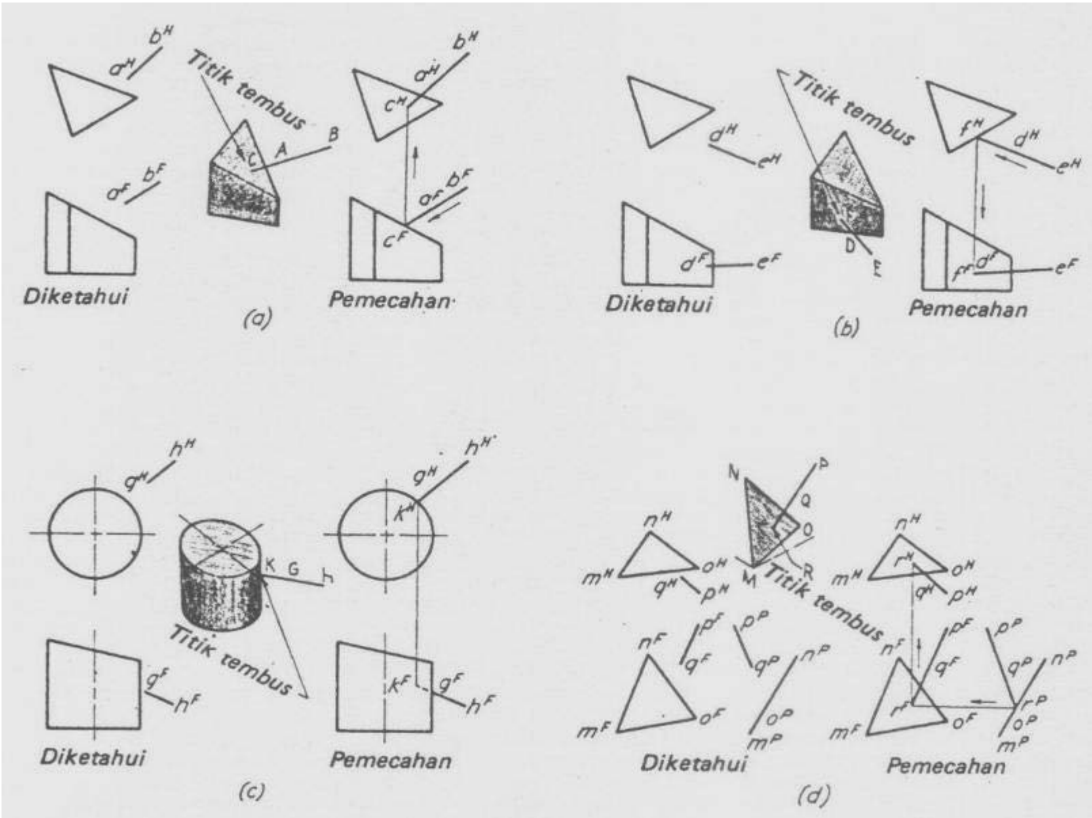
Kelompok 1: soal yang melibatkan dua bentuk geometri, yang kedua-duanya tersusun dari permukaan bidang.

Kelompok 2: soal yang melibatkan bentuk geometrik yang atau mempunyai permukaan lengkung tunggal atau mempunyai permukaan lengkung berganda.

Menentukan titik tembus lewat pemeriksaan (Gambar 2.37) adalah mudah untuk menentukan di mana garis yang diketahui menembus permukaan, apabila permukaan itu tampak sebagai tampang tepi (garis) dalam salah satu tampang yang diketahui. Misalnya, apabila garis *AB* yang diketahui diperpanjang seperti diperlihatkan di (*a*) tampang *F* untuk titik tembus *C* didapati *CF*, dimana tampang depan garis *AB* yag diperpanjang itu berpotongan dengan tampang garis permukaan. Kalau kedudukan *CF* dikenal, tampang *H* untuk titik *C* dapat diketemukan dengan cepat dengan meproyeksikan ke atas pada tampang *H* untuk *AB* yang diperpanjang. Di (*b*) tampang *H* (*fH*) untuk titik tembus *F* diketemukan lebih dahulu dengan memperpanjang *dH*eH samapai berpotongan dengan tampang tepi untuk permukaan yang ditembus olehgaris. Dengan memproyeksikan ke bawah, *f F*ditempatkan pada*d Fe F* yang diperpanjang. Di (*c*) tampang untuk titik tembus *K* diketemukan dengan cara yang sama seperti di (*b*), yang membedakan adalah bahwa tampang tepi untuk bidang yangditembus oleh garis tampak sebagai busur lingkaran dalam tampang *H* dan bukan sebagi garis lurus. Harus diperhatikan bahwa sebagian

dari garis dapat dilihat pada tampang *F*,sebab titik tembusnya berada pada sisi belakang silinder.

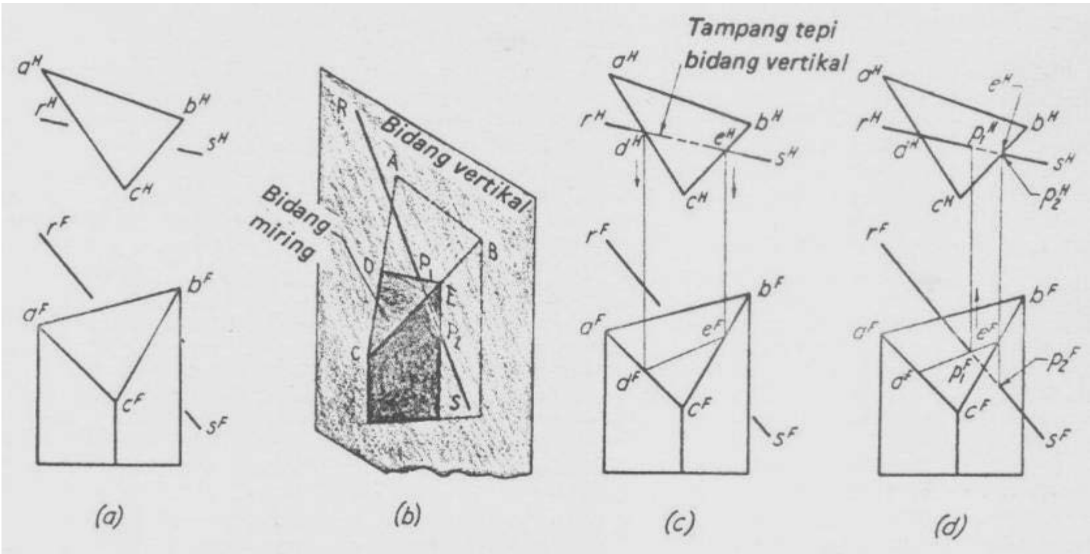
Tampang *F* dan tampang *H* untuk titik *R* di (*d*) dapatdiketemukan dengan mudah dengan memproyeksikan setelah tampang *P* di (*r P*) untuk *R* sekali ditetapkan dengan memperpanjang *pPqP* untuk perpotongan dengan tampang garis permukaan.



Gambar 2.38. Menentukan titik tembus lewat pemeriksaan

Menentukan titik tembus dengan memakai bidang proyektor garis (*line proyekting plane*)

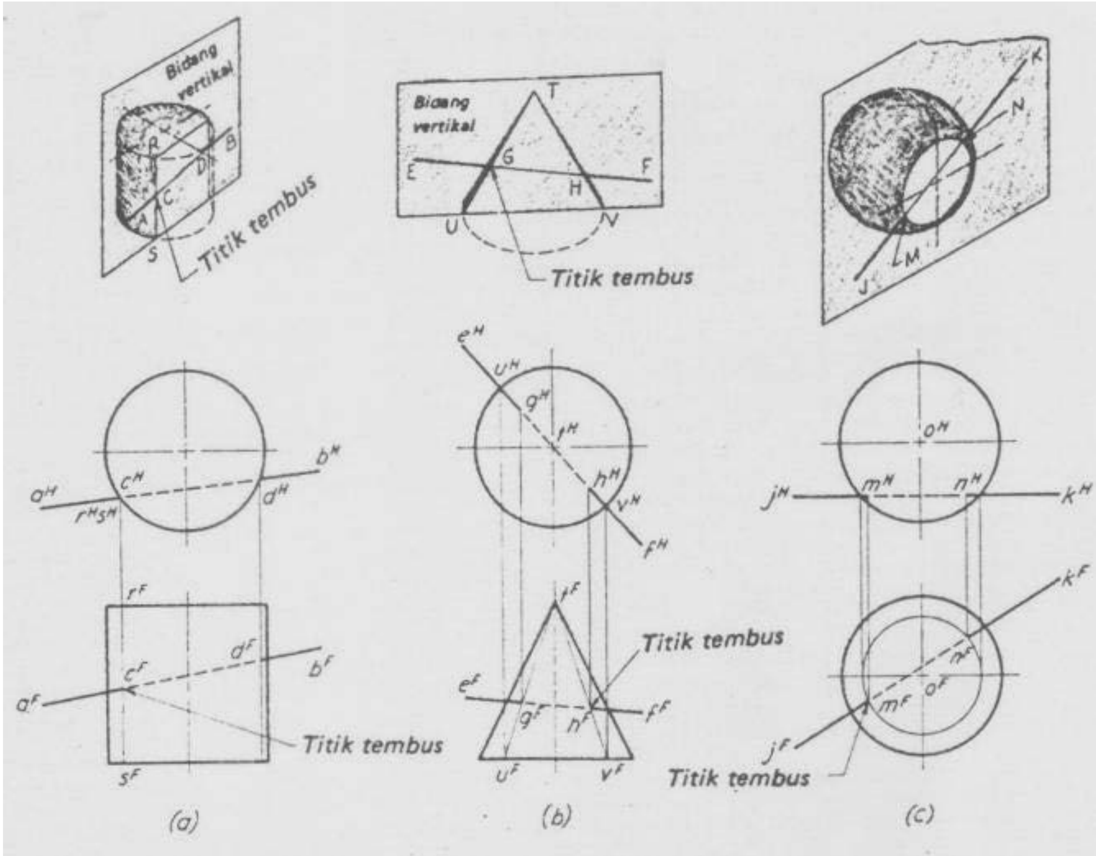
Apabila garis menembus bidang miring yang diketahui dan tampang tepi tidak diketahui, seperti dalam gambar 2.39, bidang proyektor garis (bidang potong) dapat dipakai untuk menetapkan garis perpotongan yang akan ditempati garis tembus. Dalam lukisan, dipilih bidang proyeksi vertikal yang akan ditempati garis *RS* yang diketahui dan yang memotong bidang *ABC* yang diketahui sepanjang garis *DE*, seperti yang dilukiskan oleh gambar pelukisan.



Gambar 2.39. Pemakaian bidang yang memproyeksikan garis

Menemukan tempat dimana garis menembus benda Padat geometrik-silinder-kerucut-bola dengan memakai bidang proyeksi (gambar 2.37).

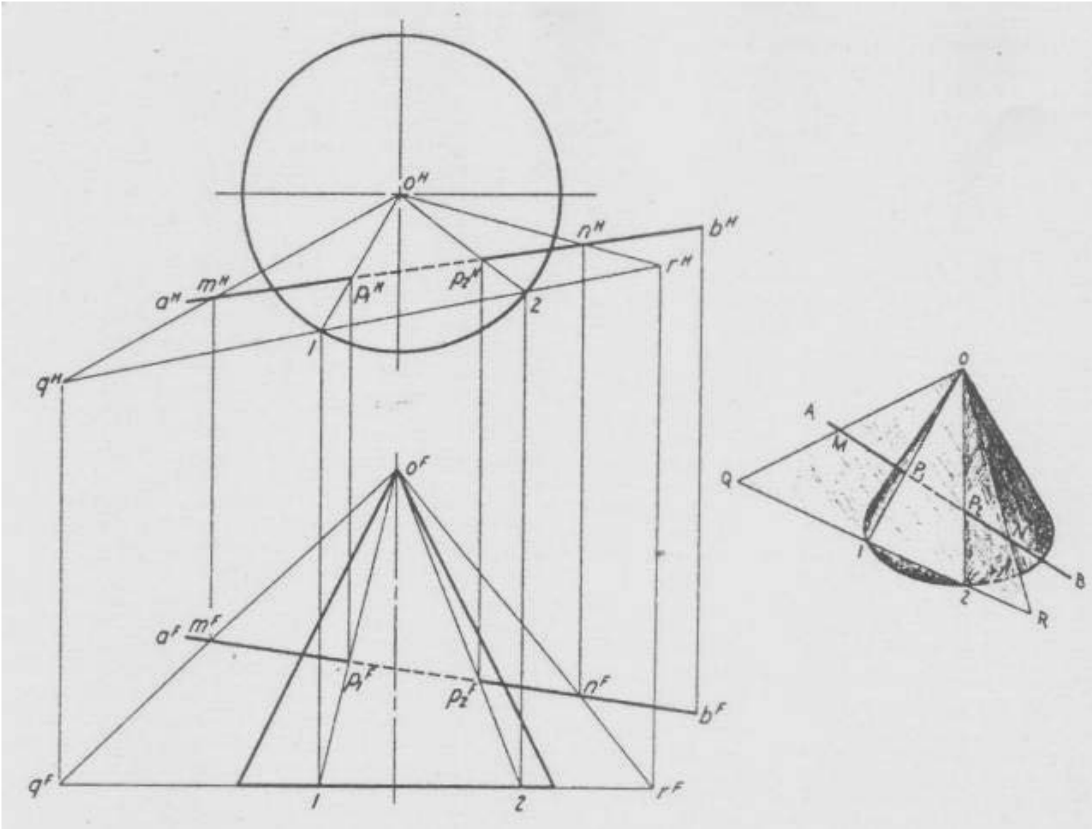
Titik dimana garis menembus silinder, kerucut atau bola dapat diketemukan dengan mudah melalui pemakaian bidang proyektor (proyektor plane) (bidang potong) yang ditempati oleh garis yang diketahui seperti dilukiskan di (*a*), (*b*) dan (*c*).



Gambar 2.40. Menentukan tempat dimana garis menembusbenda pada geometrik

Menentukan titik di mana garis menembus kerucut-halumum.

Titik tembus untuk garis dan kerucut merupakan titik perpotongan antara garis dan kedua elemen spsifik pada kerucut yang terletak dalam bidang proyektor yang ditempati oleh garisdan oleh titik puncak kerucut. Ini menyingung suatu kondisi istimewa yang untuk keperluan itu dapat dipakai bidang proyektor garis. Untuk hal ini, berlaku pernyataan sebagi berikut: titik tembus antara garis dan sembarang permukaan harus terletak pada garis perpotongan antara permukaan yang diketahui dan
bidang potong yang ditempati oleh garis. Teranglah bahwa bidang potong yang tak terhingga banyaknya dapat diambil untuk dapat ditempati oleh gari *AB* dalam gambar 2.38, tetapi kesemuanya itu akan menghasilkan garis perpotongan melengkung, kecuali dalam hal satu bidang yang dipilih untuk lewat melalui titik puncak *O* kerucut

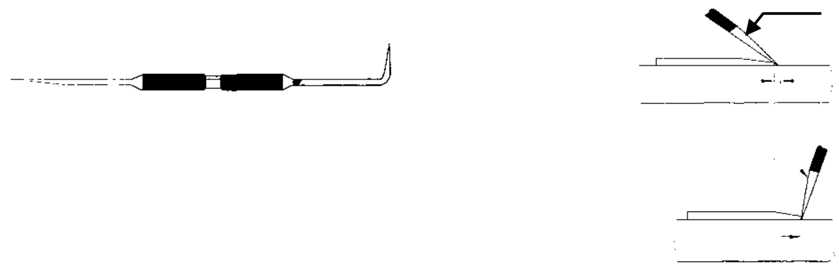


Gambar 2.41 Menentukan titik dimana garis menembus kerucut – hal umum.

5. Peralatan Kerja

Berikut peralatan tangan yang digunakan pada pekerjaan fabrikasi logam adalah alat melukis, alat ukur, alat potong dan alat penyambung.

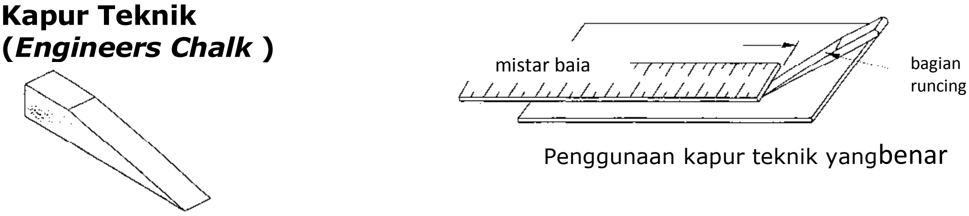
Penggores



Gambar 2.42 Penggores dan penggunaannya

Penggores adalah salah satu alat lukis garis untuk benda kerja/pelat yang hasil goresannya bersifat permanen.Keterbatasan penggunaan penggores diantaranya adalah sulit terlihat, bila untuk pekerjaan pemotongan dengan gas.Perlu pengecatan ulang pada permukaan benda kerja, bila terjadi kesalahan garis.Dapat menimbul karat, walaupun pada bahan berlapis *stainless steel.*Hanya disarankan untuk digunakan pada bahan *ferro*

Kapur Teknik
(*Engineers Chalk*)



Gambar 2.43 Kapur teknik dan penggunaannya

Kapur teknik adalah jenis kapur yang relatif keras dan dapat diruncing ulang serta hasil goresannya bersifat non-permanen (dapat dihapus). Hampir semua jenis bahan dapat dilukis dengan kapur teknik ini, termasuk untuk garis potong pada pemotongan dengan gas. Keterbatasan penggunaan kapur teknik adalah tidak permanen (dapat terhapus sewaktu-waktu), terhapus oleh air, sulit terlihat pada beberapa bahan *non-ferro*.

Penitik

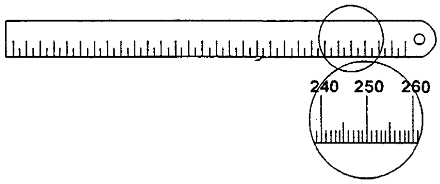
Gambar 2.44 Penitik teknik dan penggunaannya

Penitik terbuat dari bahan baja perkakas yang sebelum dilakukan perlakuan panas dibentuk/dibuat dengan mesin perkakas (seperti mesin bubut atau frais) dengan ukuran berkisar antara 5 – 13 mm dan bentuk penampang yang beragam, seperti : bulat, segi empat atau segi enam.Pada pekerjaan fabrikasi, penitik dipakai untuk : menandai dan membuat titik pusat

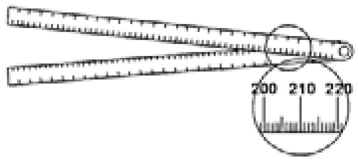
Garis Kapur

Gambar 2.45 Garis kapur teknik dan penggunaannya

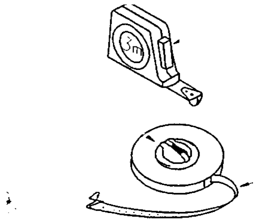
Garis kapur untuk membuat garis lurus yang panjang pada bahan yang tidak dicat (berlapis) atau pada lantai. Caranya adalah dengan mengikat/klem salah satu ujung benang yang telah diberi kapur kemudian diangkat benang tersebut secara vertikal sebelum dilepas secara kejut. Hasil garis akan terlihat pada bekat benturan benang. Keterbatasan penggunaan garis kapur adalah; Tidak permanen (dapat terhapus sewaktu-waktu), garis yang terbentuk bisa lebar atau ganda, Kurang akurat, jika kurang terlatih atau terlalu panjang, Hanya dapat diterapkan pada bahan yang rata, Sulit terlihat pada beberapa bahan *non-ferro.*



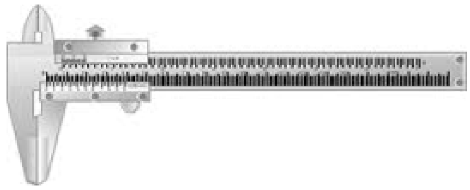
Mistar baja
Umtuk mengukur dan menarik garis



Mistar Lipat
Untuk mungukur dan memindahkan sudut

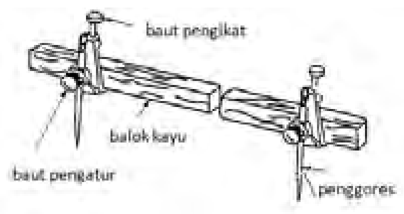


Mistar Gulung
Untuk mengukur benda kerja yang panjang dan radius/lingkaran

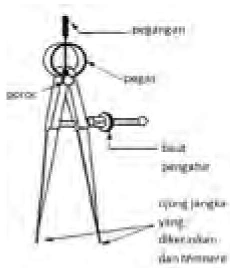


Jangka sorong (*verniercaliper*)
Untuk mengukur benda kerja denganpanjang terbatas tetapi dibutuhkan ketelitian

Gambar 2.46 Macam-macam alat ukur



Jangka Tongkat
Untuk mnggaris konstruksi dan lingkaran yang besar, memindahkan ukuran dan sudut dan melukis konstruksi geometrik



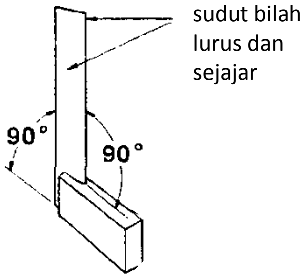
- Jangka Kaki
Untuk melukis garis lengkung dan lingkaran, memindahkan ukuran dan sudut, melukis konstruksi geometrik

Gambar 2.47 Macam-macam Jangka

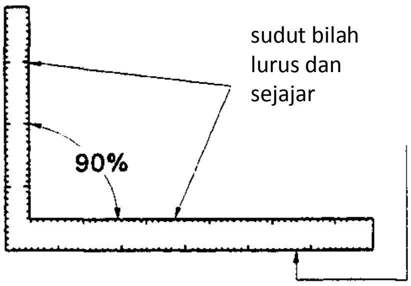
Keselamatan kerja

Perhatikan penggunaan alat-alat untuk mempola :

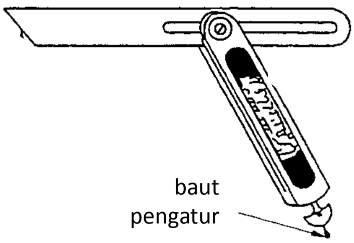
1. Jaga agar alat-alat selalu dalam keadaan tajam
2. Buang bagian yang rusak pada kepala penitik dan pahat
3. Jangan menyimpan penggores di dalam kantong
4. Jangan meletakkan alat di atas kursi/bangku tempat duduk
5. Jaga agar tangkai paku selalu terpasang secara kuat.



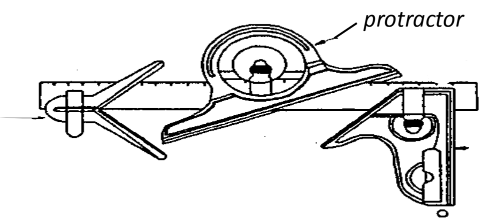
Siku Blok:
Untuk menyikukan benda kerja dan memeriksa kerataan benda kerja serta menarik garis siku.



Siku Pelat
Untuk menyikukan benda kerja dan menarik garis siku.



Siku Bevel
Untuk memindahkan sudut



Siku kombinasi
Untk melukis berbagai ukuran sudut dan menentukan titik pusat suatu benda kerja yang berpenampang bulat/linkaran.

Gambar 2.48 Macam-macam Penyiku

Palu Konde

Palu Konde
Untuk membentuk paku keling, memukul (secara umum)

Palu Pen

Palu Pen
Untuk memukul (secara umum), peregangan

Gambar 2.49Macam Palu besi

Palu Tembaga

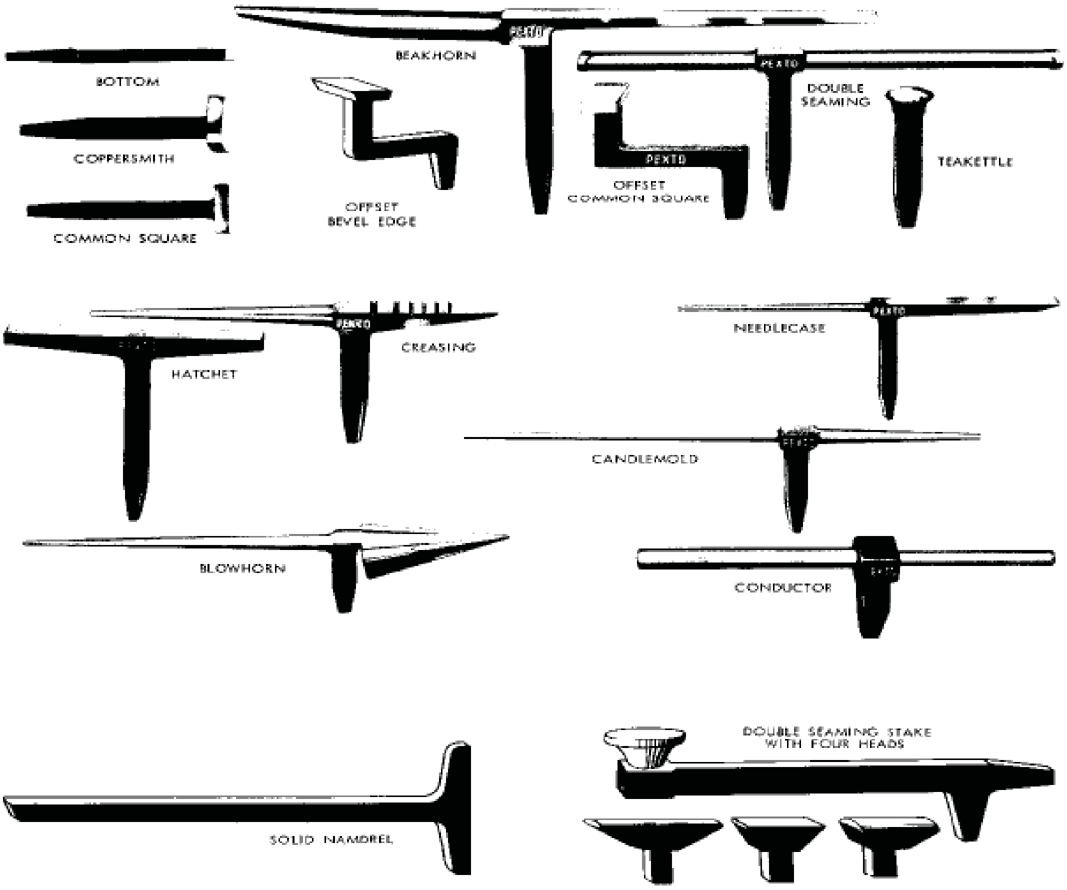
Palu Karet

Palu Plastik

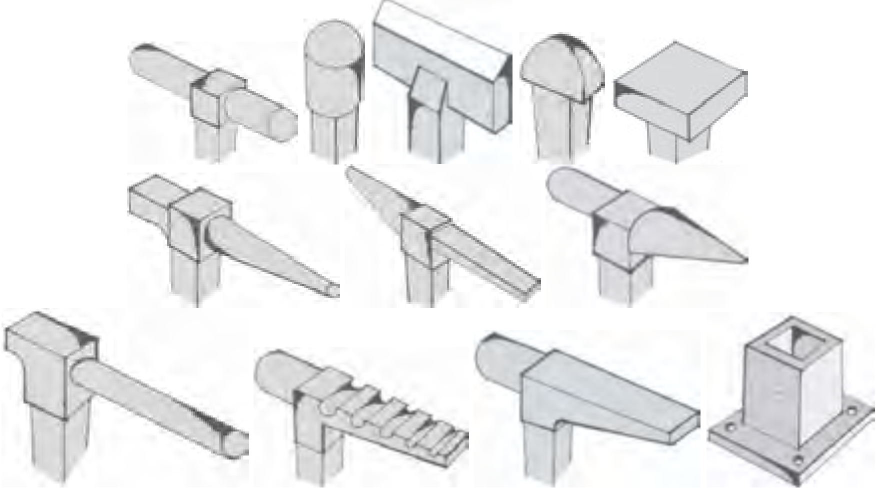
Palu Kayu

Gambar 2.50 MacamPalu lunak

Landasan



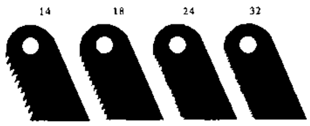
Gambar 2.51 MacamLandasan



Gambar 2.52 MacamLandasan dan dudukannya

Gergaji

Gengaji Tangan(Hacksaw) Gergaji tangan digunakan untuk memotong benda-benda konstruksi logam kecil seperti besi profil, pipa bulat atau segi empat dan besi plat.



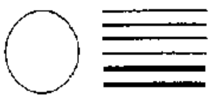
Pemilihan daun gergaji :
Daun gergaji dibuat dalam berbagai ukuran dan jumlah rigi/ gigi. Khusus untuk gergaji tangan, ukuran gergaji ditentukan oleh berapa banyak gigi per inchi (25,4 mm). Untuk pemakaian umum digunakan daun gergaji dengan jumlah 18 gigi per inchi.

Adapun penggunaan daun gergaji untuk bermacam-macam bahan adalah sebagai berikut:

Besi/profil baja lunak :
Digunakan : 14 gigi/inchi

Tembaga, kuningan, pipa medium :
Digunakan : 24 gigi/inchi

Baja perkakas pipa baja, besi siku:
Diguinakan : 18 gigi/inchi
Tembaga, kuningan, pipa medium :
Digunakan : 32 gigi/inchi



Gambar 2.53 Gergaji Besi dan Penguunaannya

Keselamatan kerja

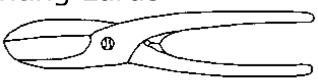
Perhatikan penggunaan gergaji tangan :

1. Jangan menekan dan mendorong terlalu kuat karena akan menyebabkan patahnya mata gergaji dan berbahaya.
2. Gunakan kaca mata untuk melindungi kalau mata gergaji patah
3. Ganjal bahan yang dipotong supaya mata gergaji tidak terjepit.
4. Hati-hati sisi bekas gergaji yang tajam
5. Jangan menggosokkan tangan ke mata gergaji

Gunting

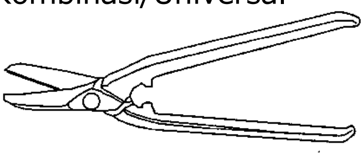
Untuk memotong pelat, terutama pelat baja lunak, seng, pelat lapis timah, dan pelat tembaga.

Gunting Lurus



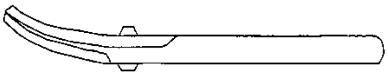
Gunting lurus digunakan untuk menggunting lurus. Gunting ini mempunyai rahang lurus, panjangnya antara 2 sampai 4½", sedangkan panjang seluruhnya adalah antara 7 sampai 15 3/4".Gunting lurus dalam penggunaannya dapat digunakan dengan tangan kanan dan tangan kiri.

Gunting Kombinasi/Universal



Gunting kombinasi mempunyai ukuran yang sama dengan gunting lurus. Beda antara gunting kombinasi dan gunting lurus adalah pada penampang potongnya; kalau pada gunting lurus berpenampang lurus, maka pada gunting kombinasi berpenampang sedikit lengkung (*curva*). Disamping itu juga bisa digunakan untuk memotong bentuk-bentuk yang tidak teratur.

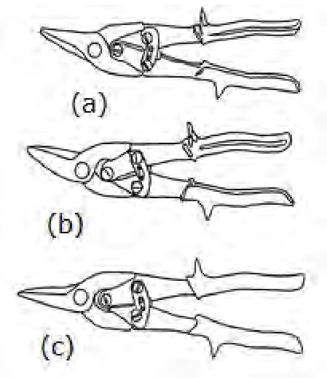
Gunting Lingkaran/Lengkung



Gunting lingkaran/lengkung digunakan untuk pemotong lengkung, karena sisi potongnya berbentuk lengkung. Dalam pemakaiannya dapat digunakan dengan tangan ataupun tangan kiri. Ukuran dari gunting lingkaran ini adalah sama dengan gunting lurus, yaitu panjang seluruhnya adalah 7 sampai 15¾" dan rahang 2 sampai 4 ½".

Gunting Dirgantara

Gunting dirgantara (*aviation* atau



airplane snip)
Terdiri atas tiga bentuk, yaitu : digunakan dengan tangan kiri dan kanan serta lurus dengan panjangnya sekitar 10 inchi (250 mm) dengan panjang rahang 2 inchi. Sisi potong agak bergerigi dan dikeraskan, sehingga dapat memotong pelat yang relatif tebal (± 0,8 mm).

Gambar 2.54Gunting plat dan Penguunaannya

Membedakan antara gunting kanan dan kiri adalah dengan melihat sisi potong dan warna tangkainya. Sisi potong atas dari gunting kanan terletak sebelah kanan, demikian pula sebaliknya; sisi potong atas gunting kiri terletak sebelah kiri..Penggunaan gunting kanan adalah untuk pemotongan arah kiri, sedang gunting kiri adalah untuk pemotongan arah kanan.

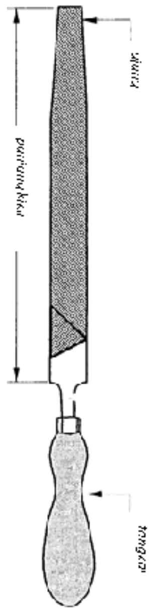
Keselamatan kerja

Perhatikan penggunaan gunting :

1. Gunakan gunting sesuai kemampuan gunting. Jangan memotong bukan pelat.
2. Jaga agar hasil potongan (yang tajam) jauh dari tubuh
3. Jangan menggunakan mata potong gunting yang rusak, karena akan menyebabkan hasil potong juga rusak.
4. Jaga tangkai gunting (*handle*) tidak menjepit tangan.

Kikir

Kikir terdapat beberapa jenis yang sesuai dengan hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan. Kikir kasar (*bastard*) digunakan untuk pengasaran, hasil pengikiran adalah kasar. Kikir sedang (*secound cut*) ini digunakan untuk pengiriman secara umum dan menghasilkan permukaan cukup bagus. Sedangkan kikir halus (smooth atau dead) untuk mendapat permukaan yang halus.
Kikir dibersihkan dengan menggunakan sikat baja (*wire brush*). Dengan cara pembersihan harus searah dengan alur kikir.



Gambar 2.55 Kikir dan Penguunaannya

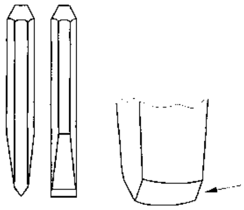
Keselamatan kerja

Perhatikan penggunaan *kikir* :

1. Jangan menggunakan kikir yang tidak mempunyai tangkai
2. Lakukan pengikiran dengan cara yang benar
3. Hati-hati tangan jangan sampai terjepit dan tidak menyentuh bendah kerja
4. Berdirilah dengan sempurna
5. Jangan mengikir secara terburu-buru

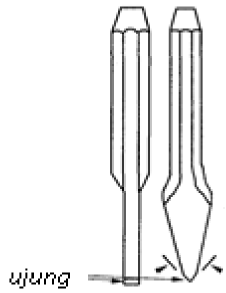
Pahat

Pahat Rata/Lebar (*Flat*)
Pahat rata/lebar ini digunakan untuk membersihkan gerigi las, memahat alur dangkal, membersihkan sisa pengerjaan dan memotong paku keling serta baut.



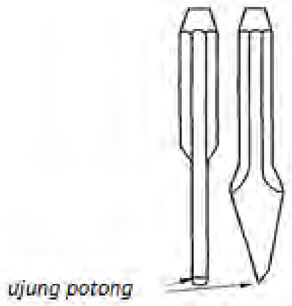
Pahat Rata Pendek (*Crosscut*)

Pahat rata pendek digunakan untuk memahat alur tegak lurus atau segi empat dan membersihkan bahan pada bagian yang sempit.



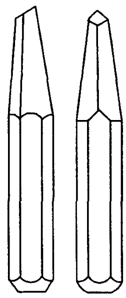
Pahat Radius.

Pahat radius digunakan untuk memahat alur radius, memperbesar lubang dan mensenterkan kembali lubang bor yang telah terlanjur tidak senter.



Pahat Berujung Runcing (*Diamond Point Chisel*)

Pahat ini digunakan untuk pemahatan pengerjaan akhir sudut bagian dalam, membuat alur V pada retak rigi las yang perlu perbaikan dan membuat celah pada pelat dan pipa supaya mudah dipatahkan.



Gambar 2.56 Pahat dan Pengunaannya

Keselamatan kerja

Perhatikan penggunaan Keselamatan kerja pada penggunaan pahat:

1. Jangan gunakan pahat dengan kepala yang telah kembang/rusak
2. Pakai kaca mata bila sedang memahat.
3. Pastikan bahwa pahat diasah dengan benar.
4. Gunakan pahat yang sesuai dengan jenis pekerjaan

Bor Tangan (*Portable Drill*)

Bor ini digunakan untuk membuat lubang yang relatif kecil (maks. ∅13mm), mengebor arah samping, *reamer* lubang untuk konstruksi baja dan pengerjaan pelat ringan. Bor tangan ini dapat digerakkan dengan listrik atau

udara bertekanan dan juga terdapat tingkatan kecepatan, kejut dan putar balik.Bor dengan penggerak listrik dapat dipasangkan dudukan magnit untuk menetapkan mesin bor pada permukaan logam yang datar.Pemakanan bor tangan ini diatur secara manual.

Gambar 2.57 Bor Tangan

Mesin Bor Bangku

Mesin bor bangku digunakan untuk mengebor lubang-lubang pada benda kerja kecil misalnya pada profil sudut, pipa bulat dan segi empat serta pelat dengan ukuran yang sesuai.

Gambar 2.58 Mesin Bor Bangku

Kelemahan mesin bor bangku :

- Besar benda kerja sangat terbatas
- Besar lubang yang dibor terbatas oleh ukuran cekam bor dan batasan kecepatan
- Pemakanan pengeboran harus dilakukan secara manual satu arah dan putaran juga satu arah.

Mesin Bor Radial

Mesin bor ini digunakan untuk mengebor benda kerja yang lebih besar dari benda kerja yang tidak dapat dibor pada mesin bor bangku.Panjang langkah dapat dilakukan antara 600 mm sampai 3600 mm. Kepala bor dapat diturunkan dan dinaikkan sepanjang tiang penyangga dan dapat diputar 360°.Posisi bor dapat terkunci dengan baik disegala posisi disepanjang tiang penyangga dan bila diperlukan benda kerja dapat diikatkan dilantai.Ukuran mata bor dan batasan kecepatan tersedia lebih banyak.Mesin ini dapat dimakankan secara manual atau atomatis serta dapat bergerak mundur sehingga memungkin untuk melaksanakan mengetap ulir pada lubang yang baru selesai di bor.

Gambar 2.59 Mesin Bor Radial

Keselamatan kerja

Perhatikan penggunaan Keselamatan Kerja Penggunaan Mesin Bor :

1. Jangan memakai pakaian yang longgar pada saat mengebor.
2. Pakailah sepatu kerja dan kaca mata pengaman selama bekerja.
3. Lindungi rambut dari putaran bor; jika berambut panjang, maka ikat rambut kebelakang dan/atau pakailah topi pengaman.
4. Pasang mata bor dengan cukup kuat
5. Sesuaikan kecepatan potong bor dengan ukuran mata bor.
6. Gunakan sikat untuk membersihkan "tatal" dari meja bor.

6. Bahan-Bahan Fabrikasi

Baik fabrikasi ringan ataupun fabrikasi berat, secara umum menggunakan bahan yang sama; hanya berbeda bentuk dan ukurannya saja. Bahan-bahan fabrikasi dibagi atas dua jenis, yaitu bahan metalik dan non-metalik. Bahan metalik terdiri dari dua kelompok, yakni : logam *ferro* dan *non-ferro*. Logam-logam *ferro* mengandung besidan biasanya bersifat magnetik dan logam *non-ferro* tidak mengandung besi.Sedangkan bahan non-metalik atau plastik secara umum adalah *polyvinilchloride* (PVC).Berikut ini adalah bahan-bahan yang biasa dipakai pada pekerjaan fabrikasi dan spesifikasinya :

a. Logam *Ferro* :

- Pelat baja hitam (*hot rolled steel*)
- Pelat baja putih (*cold rolled steel*)
- Bahan galvanis
- Pelat seng
- *Verisclad*
- Pelat timah
- Bahan tahan karat (*Stainless steel*), dll

b. Logam *Non-Ferro* :

- Aluminium
- Tembaga
- Kuningan
- Suasa (*bronze*)
- Timah hitam, dll

Dalam perdagangan, bahan-bahan fabrikasi tersedia dalam beberapa spesifikasi (ukuran dan profil/bentuk) bahan untuk kerja fabrikasi logam, yaitu :

a. Pelat Tipis (*Sheetmetal*)

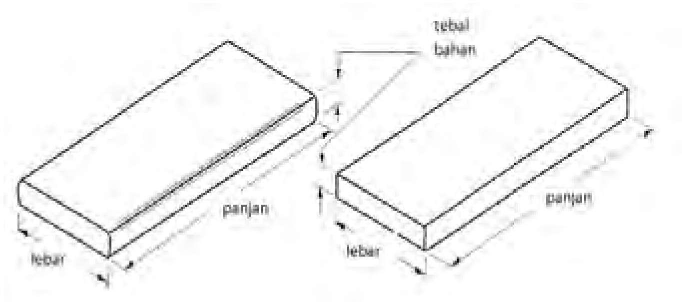
Pelat tipis biasanya tersedia dalam bentuk lembaran dan gulungan (rol) dengan ketebalan antara 0,25 – 3,0 mm dan lebar antara 150 – 1500 mm. Untuk pasar Indonesia yang umum tersedia adalah dengan lebar ± 900, 1000 dan 1220 mm.Pelat tipis yang diperdagangkan terdiri dari beberapa pilihan, di mana tersedia pelat tipis tanpa lapis tahan karat dan berlapis tahan karat, yaitu :

- Lapis organik (*PVC film*) yang biasa disebut *verisclad*

- Lapis metalik (*metallic coatings*), antara lain : galvanis (*galvabon*), *zincaform* dan *Zinc-Hi-Ten (ZHT*).
- Lapis seng/aluminium, disebut : *Zincalume*
- Lapis seng/besi, disebut : *Zincanneal*
- Lapis timah hitam/putih, disebut : *Terne*
- *Electro-Zinc*, disebut : *Zincseal*
- Rol dingin (*cold rolled*)
- Rol panas (*hot rolled)*

b. Pelat Strip/Batangan

Pelat strip tidak selebar pelat tipis/tebal, tetapi tersedia dengan sudut/sisi yang siku dan ridius dengan lebar antara 10 – 300 mm serta tebal antara 3 – 12 mm.



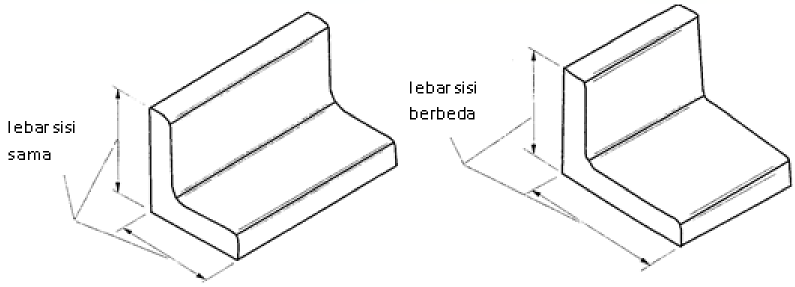
Gambar 2.60Spesifikasi besi plat strip

c. Pelat Tebal

Pelat tebal tersedia dengan ketebalan antara 3,0 – 180 mm dengan lebar yang bervariasi, yaitu antara 900 mm – 3000 mm.

d. Besi Siku

Besi siku adalah baja profil yang dibentuk melalui proses pengerolan. Dalam perdagangan tersedia besi siku dengan lebar kedua sisi siku yang sama dan ada yang tidak sama.



Gambar 2.61Spesifikasi besi siku

e. Besi Beton (*Round Bar*)
   Besi beton dalam perdagangan dapat berupa kawat sampai dengan batangan yang berdiameter besar.
f. Pipa/Baja Profil
   Pipa/baja profil dibuat melalui proses rol dan tarik untuk dibentuk menjadi berpenampang segi empat, segi panjang dan pipa bulat dengan panjang yang beragam, diantaranya 4 meter dan 6 meter.

7. Metode-Metode Penyambungan

Hampir semua pekerjaan/produk fabrikasi membutuhkan penerapan berbagai metode penyambungan atau pengikatan/pengancingan. Pemilihan metode penyambungan tersebut ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

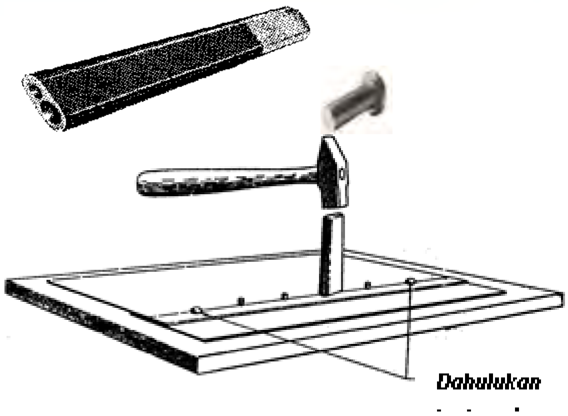
- Kualitas atau hasil akhir produk yang akan disambung
- Kekuatan, fleksibelitas, kemudahan bongkar-pasang, ketahanan terhadap panas, dll
- Nilai ekonomi pruduk itu sendiri, dampak lingkungan.
- Kemungkinan penerapan penggunaan jenis-jenis sambungan, seperti las dan baut-mur.

Jenis-jenis sambungan dan pengikatan yang banyak diterapkan pada pekerjaan fabrikasi adalah :

a. Sambungan Keling

Menyambung pelat dengan menggunakan paku keling (sambungan keling) masih banyak digunakan pada konstruksi pelat tipis, karena dapat dilakukan dengan mudah dan relatif kuat, walaupun tidak begitu kedap.Jenis paku keling cukup beragam, sehingga dilakukan dengan cara ataualat yang beragam pula, namun yang banyak dipakai pada pekerjaan fabrikasi adalah sbb :

Paku Keling Pejal
Digunakan rivet set untuk membuat sambungan keling. Paku keling pejal yang terbuat dari bahan aluminium, duraluminium, baja lunak

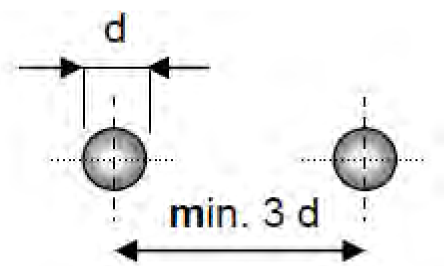


Gambar 2.62 Alat dan penggunaan paku keling pejal

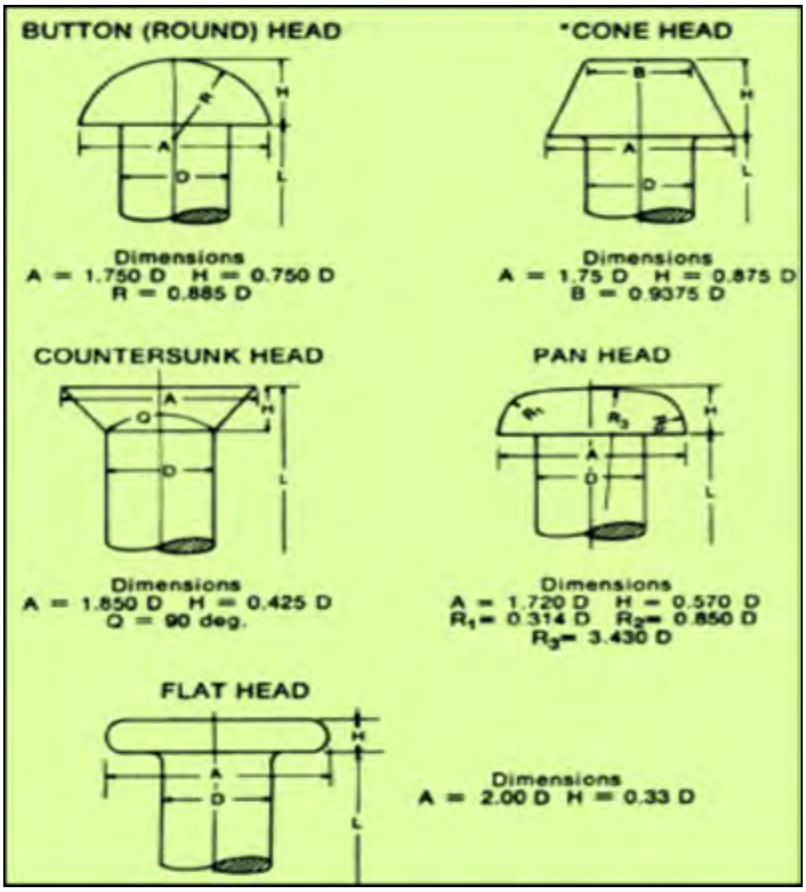
Paku keling pejal adalah salah satu metode penyambunganyang sederhana. Sambungan ini diterapkan seperti pada jembatan dan pesawat terbang. Penggunaan metode penyambungan dengan pakukeling ini sangat baik digunakan untuk penyambungan pelat-pelat alumunium. Pengembangan penggunaan rivet dewasa ini umumnya digunakan untuk pelat-pelat yang sukardilas dan dipatri dengan ukuran yang relatif kecil. Setiapbentuk kepala rivet ini mempunyai kegunaan tersendiri,masing masing jenis mempunyai kekhususan dalam penggunaannya.

Cara pemasangan paku keling adalah sebagai berikut:

1) Tidak terlalu berdekatan dan berjauhan jaraknya.
2) Jika jarak antar paku terlalu besar dapat terjadi buckling.
3) Jarak maksimum biasanya adalah 16 x tebal plat.
4) Jarak dan pusat paku keling dengan sisi plat tidak bolehterlalu kecil, sebab dapat terjadi kegagalan.



Gambar 2.63 Jarak pemasangan paku keling



Gambar 2.64Jenis-jenis *rivet* dibagi *menurut* bentuk kepalanya

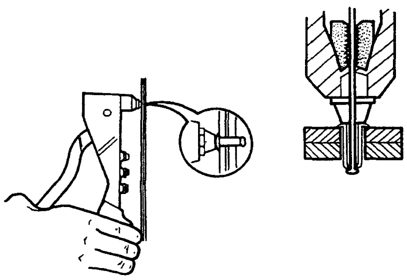
Pengeling Pop
(*Blint Rivet*er)

Gambar 2.65 Alat dan penggunaan keling pop

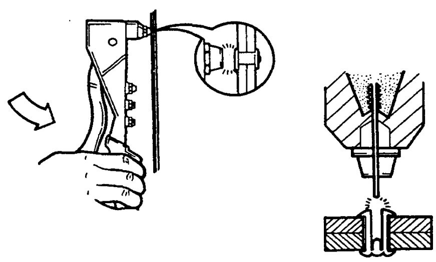
Blint Riveter adalah *rivet* yang pemasangan kepala bawahnya tidak memungkinkan menggunakan *bucking* bar. Penggunaan *rivet* jenis ini dikarnakan terlalu sulit kondisi tempat pemasangan *bucking* bar pada sisi shop headnya, sehingga sewaktu pembentukan kepala shopnya tidak dapat menggunakan *bucking* bar. Dari kenyataannya inilah diperlukan *rivet* spesial yang pemasangan hanya dilakukan pada salah satu sisi saja. Kekuatan *rivet* spesial ini tidak sepenuhnya diperlukan dan rivet tipe ini lebih ringan beratnya dari *rivet-rivet* yang lain. Rivetspesial diproduksi oleh pabrik dengan karakteristik tersendiri. Demikian pula untuk pemasangan dan pembongkarannya memerlukan perlatan yang khusus atau spesial. Komposisi *rivet* spesial ini mengandung 99,45 % aluminium murni, sehingga kekuatannya tidak menjadi faktor utama. Dimensi *rivet* spesial ini dapat dilihat pada tabel berikut menurut standar diamond brand.

Cara menggunakan keling pop:

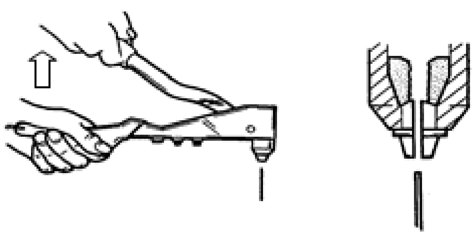
1. Tempatkan/masukkan paku keling pop ke lubang sambungan keling dan pasangkan pengeling pop sampai rapat dengan permukaan paku keling.



2. Tekan tuas pengeling pop beberapa kali sambil pengeling ditekan sampai paku penariknya putus.



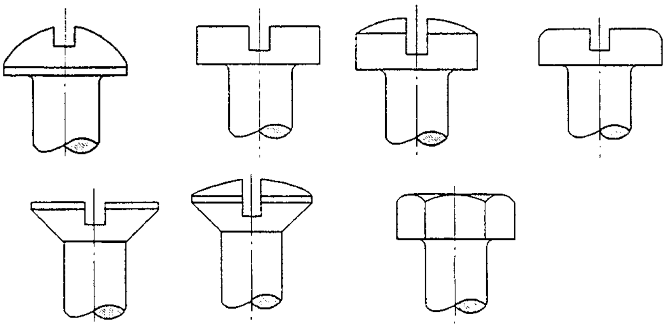
3. Tarik tuas pengeling dan keluarkan paku penarik yang telah putus.



Gambar 2.66 Cara menggunakan pengeling pop

b. Sambungan Sekrup

Sambungan sekrup pada pengerjaan fabrikasi digunakan secara luas, karena mudah digunakan, dan dapat dibongkar-pasang serta dapat diganti jika rusak.Sesuai dengan kebutuhan konstruksi maka sekrup telah dibuat dengan berbagai ukuran dan bentuk. Berikut ini adalah macam-macam bentuk kepala sekrup yang dapat diperoleh dipasaran/dalam perdagangan :



Gambar 2.67 Bentuk-bentukKepala Sekrup

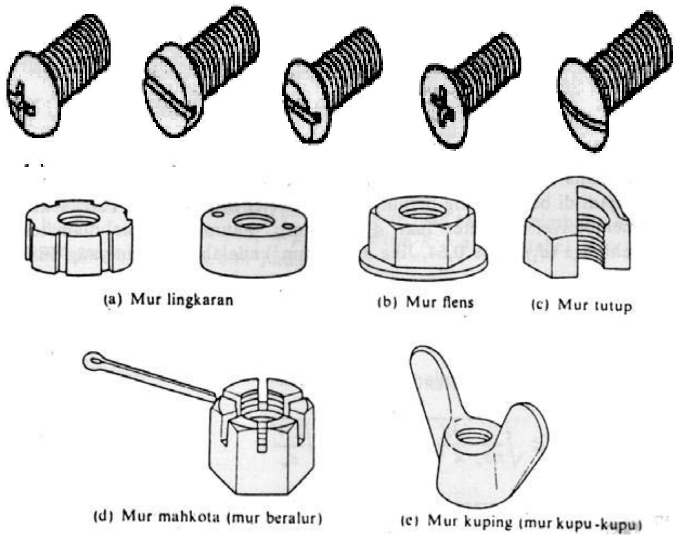
c. *Self Tapping* dan *Self Drilling*

Sekrup *self tapping* adalah salah satu jenis sekrup yang dapat mengulir sendiri sehingga dapat mengikat secara cepat tanpa perlu ada persiapan ulir pada benda kerja yang akan disambung, tapi cukup berupa lubang yang ukurannya maksimum sama dengan diameter dalam ulir sekrup.Sedang sekrup *self drilling* mempunyai ujung yang memungkinkan untuk membuat lubang sebagai awal penguliran dan kemudian dengan cara yang sama dengan *self tapping* dapat mengulir sendiri.

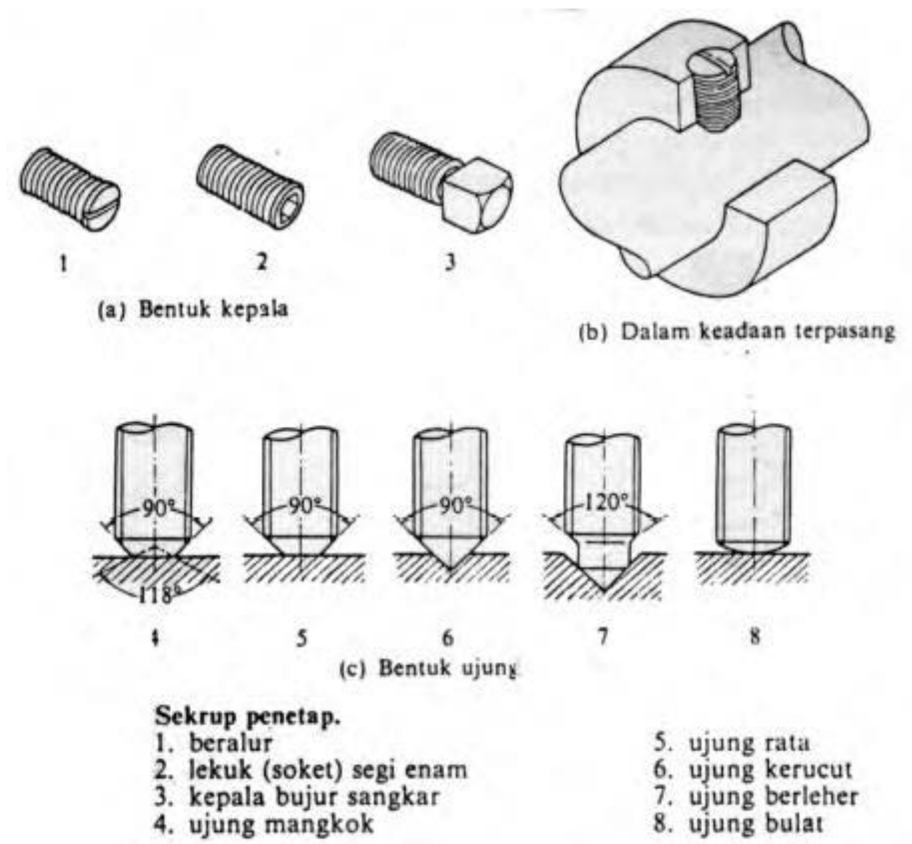
Gambar 2.68 *Self Tapping* dan *Self Drilling*

d. Sambungan Baut-Mur

Sambungan baut-mur digunakan secara luas untuk menyambung/mengikat pelat pada pekerjaan fabrikasi logam dan lebih banyak dipakai pada konstruksi pelat tebal.Adapun bentuk-bentuk baut yang tersedia dalam perdagangan untuk pekerjaan fabrikasi adalah sbb :



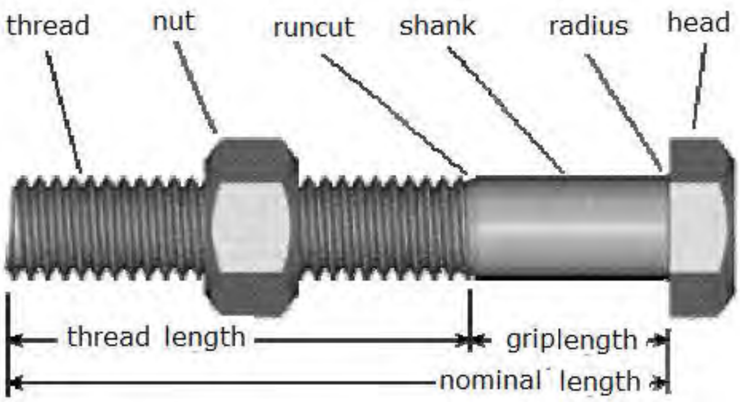
Gambar 2.69 Bentuk-bentuk Baut



Gambar 2.70 Gambar kepala dan ujung sekrup

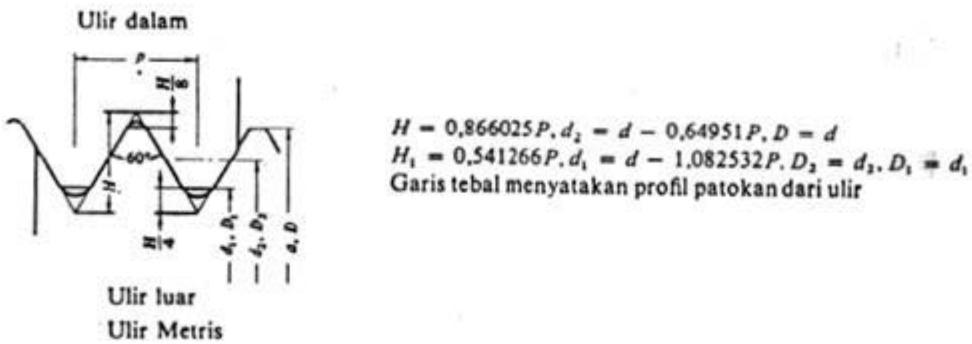
Sekrup atau baut adalah suatu batang atau tabung denganalur heliks pada permukaannya. Penggunaan utamanyaadalah sebagai pengikat (*fastener*) untuk menahan duaobyek bersama, dan sebagai pesawat sederhana untuk

mengubah torsi (*torque*) menjadi gaya linear. Baut dapat juga didefinisikan sebagai bidang miring yang membungkus suatubatang. Sambungan skrup/baut dan mur merupakan sambungan yang tidak tetap artinya sewaktu-waktusambungan ini dapat dibuka. Baut, mur dan *screw* mempunyai ulir sebagai pengikat. Ulir digolongkan menurut bentuk profil penampangnya diantaranya: ulir segitiga, persegi, trapesium, gigi gergaji danbulat. Baut, mur dan screw digolongkan menurut bentuk kepalanya yakni segi enam, socket segi enam dan kepalapersegi.



Gambar 2.71nama bagian mur dan baut

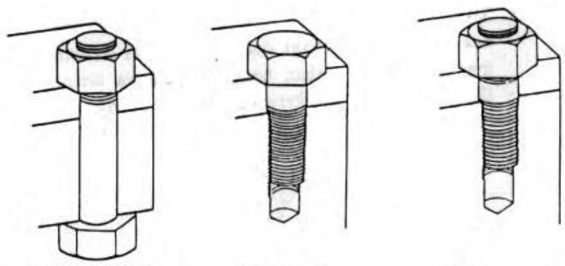
Baut dan mur dapat digunakan untuk proses penyambungan antara dua bagian pelat. Proses penyambungan ini dapat dilakukan dengan mengebor bagian plat yang akan disambung sesuai dengan diameter baut dan mur yang akan digunakan. Sambungan baur, mur dan *screw*ini merupakan sambungan yang tidak tetap artinya sewaktu-waktu sambungan ini dapat dibuka. Baut, mur dan screw mempunyai ulir sebagai pengikat. Ulir digolongkan menurut bentuk profil penampangnya diantaranya: ulir segitiga,persegi, trapesium, gigi gergaji dan bulat. Bentuk –bentuk ulir ini digunakan untuk berbagai keperluan. Bentuk ulir yang paling banyak digunakan adalah bentuk segitiga.



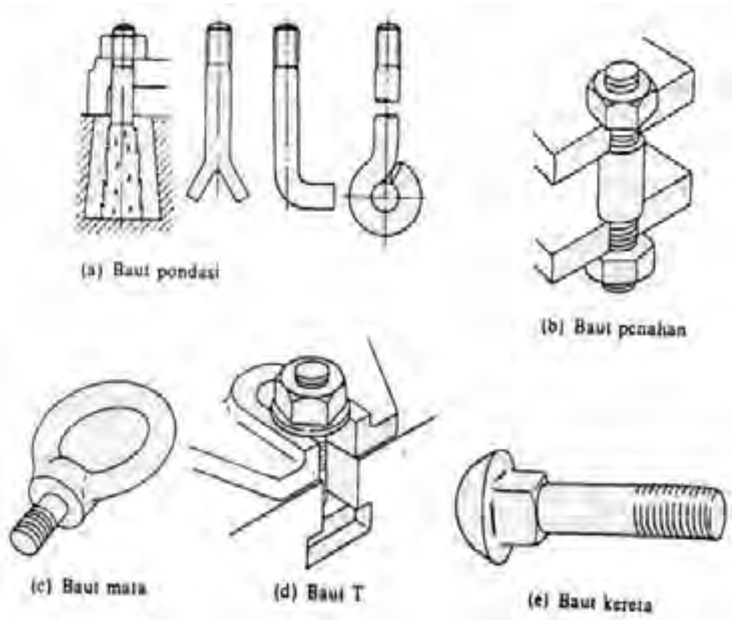
Gambar. 2.72 Klasifikasi Ulir Segi Tiga

Jenis Baut, Mur dan Screw

Baut, Mur dan Screw digolongkan menurut bentuk kepalanya yakni segi enam, socket segi enam dan kepala persegi. Bautdan Mur ini dapat dikelompokkan sesuai dengan fungsinya diantaranya: baut penjepit, baut untuk pemakaian khusus,sekrup mesin, sekrup penetap, dan mur .Beberapa contoh-contoh baur, Mur dan Screw diperlihatkan pada gambar di bawah. Gambar-gambar ini disesuaikan dengan bentuk kepala baut dan bentuk-bentuk mur dan bentuk screw.



Gambar 2.73 Baut Tembus, Tap dan Tanam

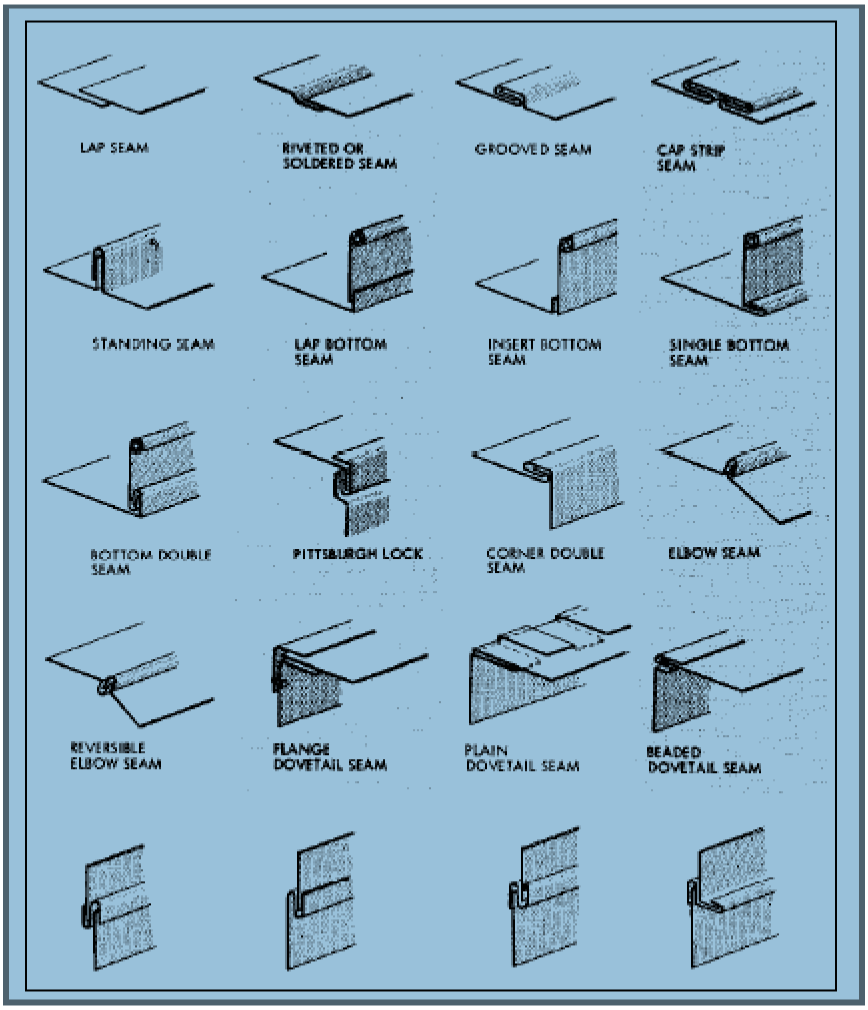


Gambar 2. 74 Jenis-jenis baut

e. Sambungan Lipat

Sambungan lipat digunakan pada pelat, dengan lipatan ini sangat baik digunakan untuk konstruksi sambungan pelat yang berbentuk lurus dan melingkar. Sambungan lipat hanya diterapkan pada konstruksi pelat yang relatif tipisketebalan pelat yang baik disambung berkisar di bawah 1 (satu) mm, sebab

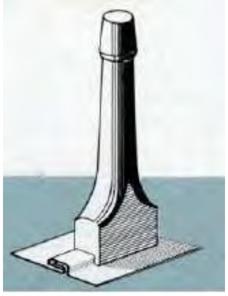
untuk penyambungan pelat yang mempunyai ketebalan di atas 1 mm akan menyulitkan untuk proses pelipatannya. Sambungan lipat pada plat dapat dikerjakan secara manual, di mana hanya dengan menggunakan alat-alat tangan, seperti palu, perapat (*hand groover*) serta landasan atau dengan menggunakan mesin-mesin khusus untuk sambungan lipat, misalnya untuk sambungan lipat *pitttsburgh*.Ada beberapa macam sambungan lipat, antara lain :



Gambar 2.75Bentuk-bentuk sambungan lipat

1) Sambungan berimpit (*lap seam*)
2) Sambungan berimpit dengan patri (*soldered seam*)
3) Sambungan lipat (*grooved seam*)
4) Sambungan bilah (*cap strip seam*)
5) Sambungan tegak (*standing seam*)
6) Sambungan alas luar (*lap bottom seam*)

7) Sambungan alas dalam (*insert bottom seam*)
8) Sambungan alas tunggal (*sigle bottom seam*)
9) Sambungan alas ganda (*double bottom seam*)
10) Sambungan sudut ganda (*corner double seam*)
11) Sambungan siku (*elbow seam*)
12) Sambungan siku timbal balik (*reversible elbow seam*)
13) Sambungan sudut tepi (*flange dovetail seam*)

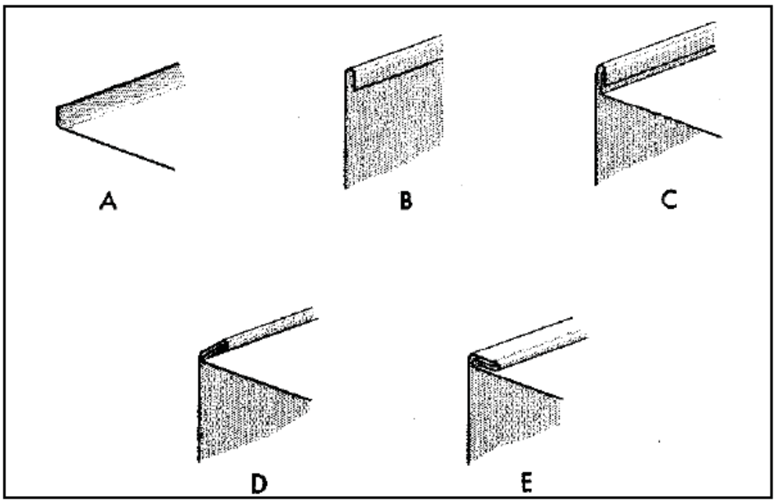


Gambar 2.76Stemp pembentuk sambungan lipat

Lebarnya lipat sambungan yang digunakan disesuaikan dengan ketebalan pelat dan jenis pelat yang digunakan. Untuk konstruksi sambungan lipat ini dengan ketebalan pelat di bawah 1 mm,lebar lipatan yang digunakan berkisar antara 3 – 5 mm.Untuk mendapatkan hasil sambungan lipatan yang baik dibutuhkan ketelitian dan ketekunan serta memperhitungkan radius lipatan. Permukaan pelat pada daerah sambungan juga sangat berpengaruh terhadap kualitas sambungan.Apabila sambungan lipatan pelat dipukul tidak merata atau menimbulkan cacat bekas pukulan maka kualitas sambungan akan buruk.

Contoh Pembuatan sambungan Lipat:

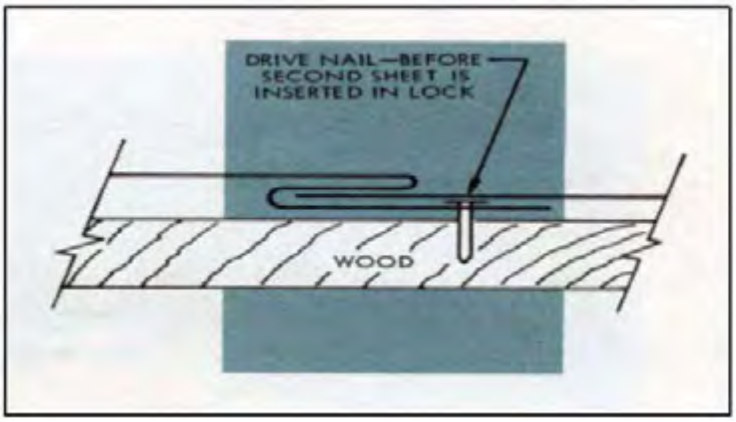
1) sambungan alas ganda



Gambar 2.77 Langkah pengerjaan sambungan alas ganda

- Pelat ditekuk menjadi siku
- Pelat ditekuk kembali dengan jarak tekuk setebal pelat
- Sambungkan pelat tegak dengan pelat alas
- Kedua pelat bersamaan ditekuk

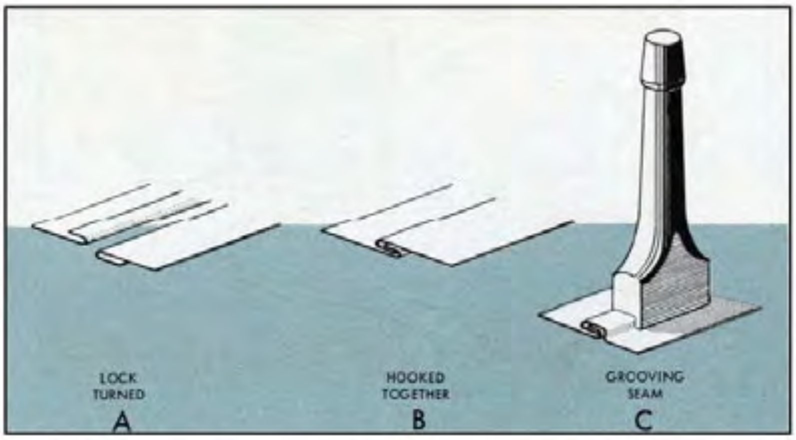
2) Sambungan berimpit



Gambar 2.78 Langkah pengerjaan sambungan berimpit

Proses pengerjaan sambungan berimpit ini dilakukan dengan tahapan berikut:

- Tekuk kedua sisi pelat yang akan disambung sampai membentuk seperti lipatan
- Sambungkan kedua pelat menjadi rapat
- Kuatkan sambungan dengan alat pembentuk sambungan

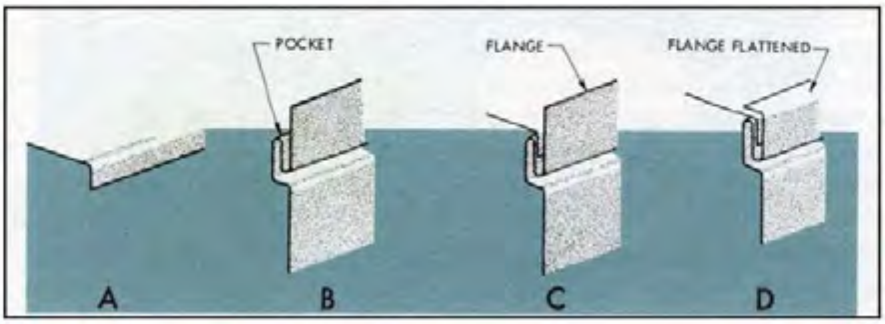


Gambar 2.79 Penguatan sambungan berimpit

3) Sambungan sudut

Proses pengerjaan sambungan sudut :

- Tekuk kedua sisi pelat yang akan disambung atau seperti pada gambar
- proses penyambungan lipat yang sudah diberi penguatan
- Setelah sambungan terbentuk tekuk bagian yang berlebih padasisi atas pelat lihat gambar 2.80
- Rapikan dan ratakan pemukulan pada sambungan pelat yangterbentuk.

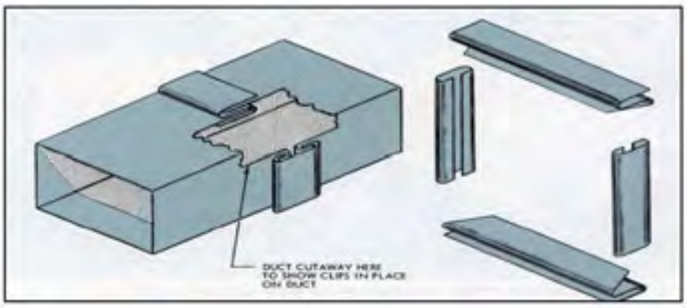


Gambar 2.80 Sambungan sudut alas

4) Sambungan untuk bodi

Proses pengerjaan sambungan bodi atau kotak saluran segiempat:

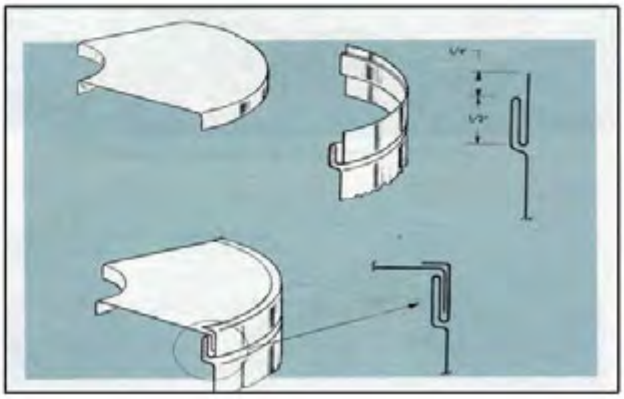
- Tekuk keempat sisi saluran dari kedua saluran yang akandisambungkan
- Buat bilah sambungan sesuai dengan panjang dan besarnya lipatan yang direncanakan.
- Rapatkan kedua saluran dan sorong dari tepi bilah yang sudahterbentuk sampai sambungan saluran tersebut tertutup.
- Lakukan penyambungan untuk sisi-sisi pelat yang lainnya.
- Setelah terbentuk sambungan lakukan pemukulan penguatansambungan sampai merata.



Gambar 2.81 Sambungan bilah

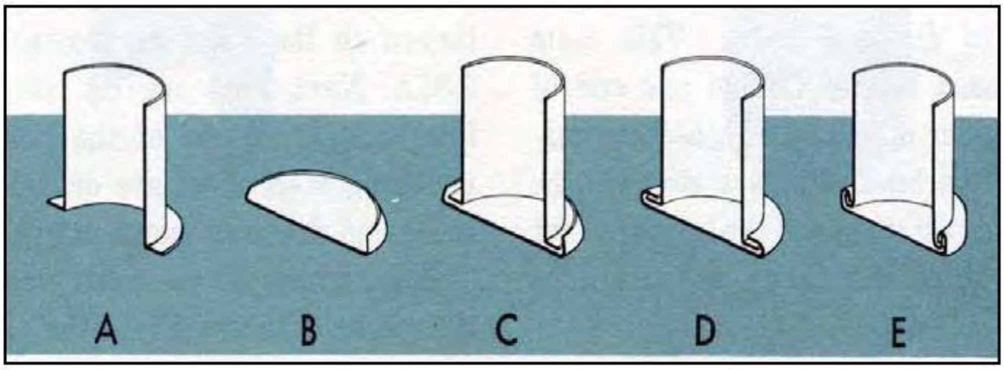
5) Sambungan untuk tutup melengkung.

Sambungan lengkung pada prinsipnya hampir sama dengansambungan siku. Tetapi yang menjadi kendala biasanya pada prosespenekukan bidang lengkungan. Pemukulan bidang lengkung inisebaiknya dilakukan secara bertahap.



Gambar 2.82 Sambungan Tutup melengkung

6) Sambungan alas silinder



Gambar 2.83 Langkah pembentukansambungan alas silinder

f. Teknik Pemukulan

Pemukulan pelat di atas landasan dengan berbagai jenis palumempunyai teknik-teknik tersendiri. Teknik pemukulan ini biasanyasangat sulit dilakukan dengan pekerja yang tidak terbiasa dengan kerja pembentukan ini. Teknik pemukulan ini dapat dipelajari dari kebiasaan atau pengalaman yang dilakukan secara terus menerus. Pemukulan dengan palu untuk proses pembentukan ini harus dilakukan dengan teknik dan prosedur yang benar. Apabila proses pemukulan ini tidak dilakukan mengikuti teknik dan prosedur yang benar maka akan menghasilkan pemukulan yang menyebabkan pelat menjadi rusak atau cacat. Teknik memegang palu harus dilakukan secara benar yakni memegang palu harus berada di ujung tangkai palu. Jika dipengang berada diujung tangkai palu maka akan menghasilkan gaya pemukulan yang maksimal. Momen impak yang dihasilkan palu sebanding dengan masa palu dikali dengan jarak pemegang. Artinya semakin jauh jarak pemegang dengan kepala palu maka akan menghasilkan impak yang lebih besar. Teknik-teknik pemukulan ini dapat dikategorikan sebagai berikut:

1) Pemukulan Peregangan

Pemukulan regang pada dasarnya adalah pemukulan yang dilakukan untuk meregang pelat menjadi lebih besar. Pelat hasil pemukulan regang ini menghasilkan bentuk pelat menjadi lebih panjang kearah bagian yang mengalami pemukulan. Teknik pemukulan regang ini menggunakan palu kepala pipih di atas landasan rata. Pada saat proses pemukulan pelat

akan mengalami menurunan ketebalan akibat dari proses pemukulan regang.

2) Pemukulan Pengkerutan

Proses pemukulan kerut menghasilkan pelat menjadi terkompres.Pemukulan ini merupakan kebalikan dari proses pemukulan regang. Dimensi ketebalan pelatnyapun menjadi bertambah.Terjadinya proses pemukulan kerut ini dilakukan di atas landasan lengkung dengan palu kepala bulat. Pemukulan kerut ini digunakan untuk proses pembentukan pelat menjadi bentuk mangkuk.

3) Pemukulan Perataan

Pemukulan datar merupakan proses pemukulan yang berfungsi untuk mendatar bagain pelat yang mengalami peleng-kungan. Pemukulan datar ini juga dapat diterapkan untuk proses pemukulan pembentukan di atas landasan. Seperti untuk mem-bengkok pelat di atas landasan persegi. Teknik pemukulan ini juga dilakukan untuk meratakan hasil pemukulan regang. Pada saat proses pemukulan regang pelat mengalami cekungan dan tidak merata.Pemukulan datar ini sangat banyak digunakan untuk semua proses pembentukan pelat.

4) Pemukulan Keseimbangan

Pemukulan keseimbangan berguna untuk menyeimbangkan kondisi pelat yang mengalami penyimpangan akibat proses pengerolan.Hasil proses pengerolan pelat biasanya masih belum mengalami bentuk bulat sempurna, maka dengan teknik pemukulankeseimbangan ini akan dapat menghasilkan bulatan silindermenjadi lebih baik. Proses pemukulan ini dilakukan dengan memukul bagian pelat yang melonjong pemukulan pelat ini akan menekan pelat yang melonjong dan menjadi lebih datar sampai mendekati keseimbangan dari kebulatan silinder yang diinginkan.

5) Pemukulan Pembentukan

Pemukulan membentuk merupakan penggabungan dari beberapateknik pemukulan yang ada. Proses pemukulan membentuk iniberguna untuk melakukan pembentukan di atas landasan. `Pelat diletakan di atas landasan dan dipegang oleh salah satu tangan dan tangan yang satunya melakukan pemukulan pembentukan sesuai dengan bentuk pelat yang

inginkan. Apabila seseorang sudah dapat mensinergikan antara apa yang ada dalam pikirannya di salurkan melalui tangan dan palu maka akan menghasilkan bentuk pelat yang seperti apa yang diinginkan dalam pikiran tersebut.

Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PEKERJAAN KERJA PLAT

Informasi

Setelah mempelajari materi kerja plat di atas, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan penyambungan tidak dengan panas, yaitu membuat berbagai macam sambungan pada plat. Pada kegiatan latihan ini, perhatikan hal-hal berikut ini:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan disusun secara berurutan, dan setiap siswa harus secara bertahap menyelesaikan pekerjaan, dan berpindah/memulai pekerjaan berikutnya atas ijin/pengawasan guru. Materi latihan terdiri dari:

   Latihan 1: Menggambar dan memotong pola
   Latihan 2: Membuat sambungan plat
   Latihan 3: Membuat kotak persegi
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 1
Menggambar Dan Memotong Pola

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 1, siswa mampu menggambar pola dan memotong plat, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Lukisan pada plat sesuai gambar
      2) Hasil pemotongan sesuai gambar
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan menggambar dan memotongsesuai gambar kerja!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

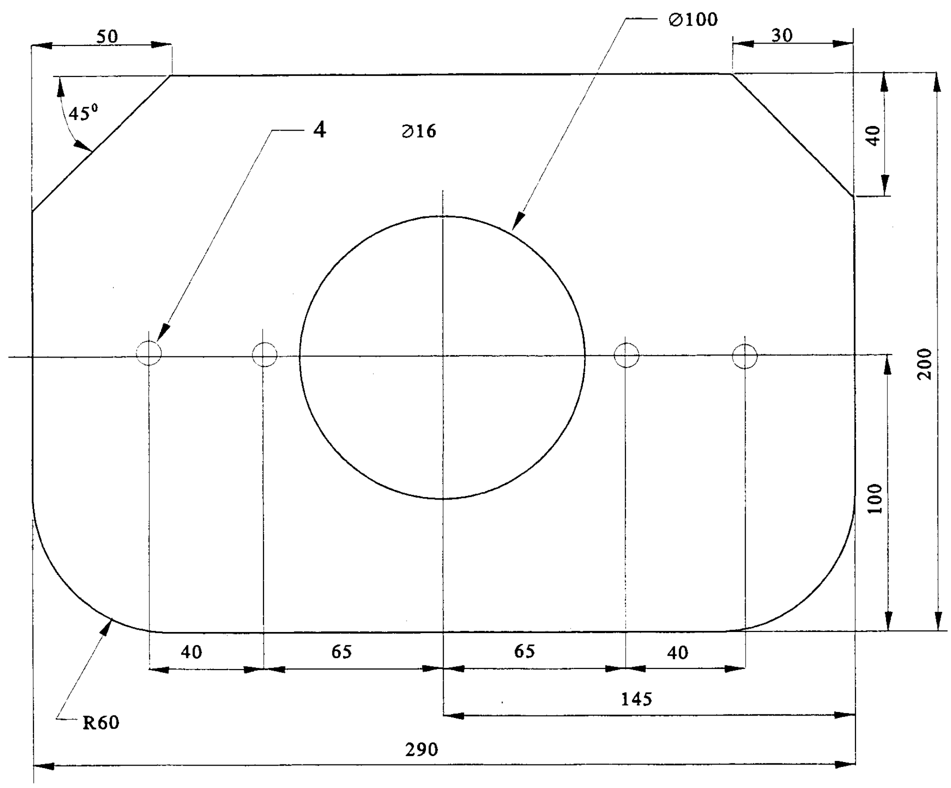
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Perkakas kerja plat
   b. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
1. Bahan
   a. Plat Bjls 300 mm x 250 mm, tebal mak 1 mm

D. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Gunakan penggores, gunting plat yang tajam
3. Baca gambar dengan seksama
4. Kumpulkan dan buang serpihan plat ditempat khusus
5. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja



F. Langkah Kerja

1. Potong plat sesuai ukuran kebutuhan bahan
2. Gambar/lukis bentuk benda seperti pada gambar
3. Bentuk benda kerja seperti pada gambar

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan untuk membuat sambungan plat pada pekerjaan di atas!
2. Jelaskan kondisi dan hal yang membahayakan pada pekerjaan di atas!
3. Sebutkan langkah yang harus di ambil untuk mencegah terjadinya kecelakaan pada kerja plat!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 1
Menggambar Dan Memotong Pola

Nama Siswa : ....

1. PenilaianSikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai	

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Penilaian			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Mengumpulkan dan membuang serpihan plat di tempat khusus disediakan	Dilakukan				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 1 dilaksanakan.

Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Penilaian			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Melukis	Tuntas diselesaikan sesuai gambar				
2	Membentuk benda kerja	Tuntas diselesaikan sesuai gambar				
3	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 1			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:	**Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:**
Tanda Tangan Siswa:	**Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**
....	....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 2
Membuat Sambungan Plat

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu membuat sambungan plat, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Lukisan pada plat sesuai gambar
        2) Hasil pemotongan sesuai gambar
        3) Hasil sambungan rapih dan kokoh
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan plat sesuai gambar kerja!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

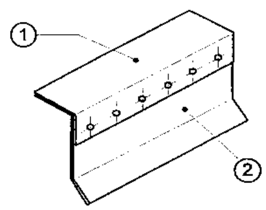
B. Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   - c. Perkakas kerja plat
   - d. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
   - e. Rivet set
2. Bahan
   - a. Plat Bjls 200 mm x 200 mm, tebal 2 mm
   - b. Paku keling

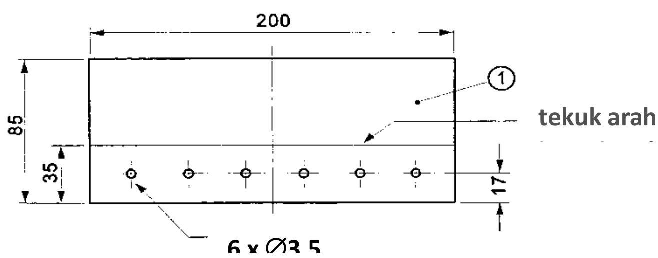
C. Keselamatan Kerja

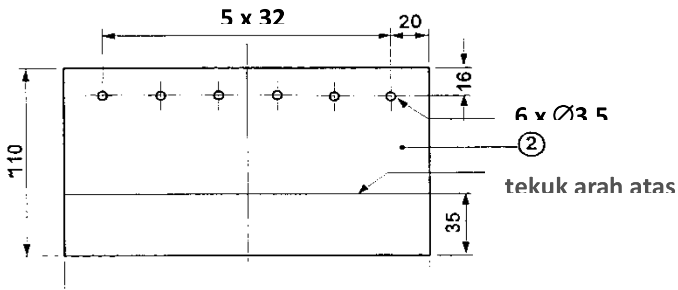
1. Pergunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Gunakan penggores, gunting plat yang tajam
3. Baca gambar dengan seksama
4. Kumpulkan dan buang serpihan plat ditempat khusus
5. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja



Tebal bahan =





F. Langkah Kerja

1. Potong plat sesuai ukuran kebutuhan bahan
2. Gambar/lukis bentuk benda seperti pada gambar
3. Sambungan benda kerja sesuai gambar
4. Bentuk benda kerja seperti pada gambar dengan menekuknya

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan untuk membuat sambungan plat pada pekerjaan di atas!
2. Jelaskan keuntungan keling rivet dan keling pop!
3. Jelaskan kelemahan keling rivet dan keling pop!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 2
Membuat Sambungan Plat

Nama Siswa : ....

1. PenilaianSikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Mengumpulkan dan membuang serpihan plat di tempat khusus disediakan	Dilakukan				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 2 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Penilaian			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Melukis	Tuntas diselesaikan sesuai gambar				
2	Membentuk benda kerja	Tuntas diselesaikan sesuai gambar				
3	Hasil sambungan rapih dan kokoh					
4	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai / 4)				

D. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 2			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **..................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 3
Membuat Kotak Persegi

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 3, siswa mampu menerapkan kerja plat untuk membuat benda kerja kotak persegi, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Lukisan pada plat sesuai gambar
      2) Hasil pemotongan sesuai gambar
      3) Hasil lipatan sesuai gambar
      4) Solderan rapih
      5) Benda kerja kuat dan kokoh
      6) Dilakukan penyelesaian (ampelas dan cat)
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat kotakpersegi sesuai gambar kerja!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

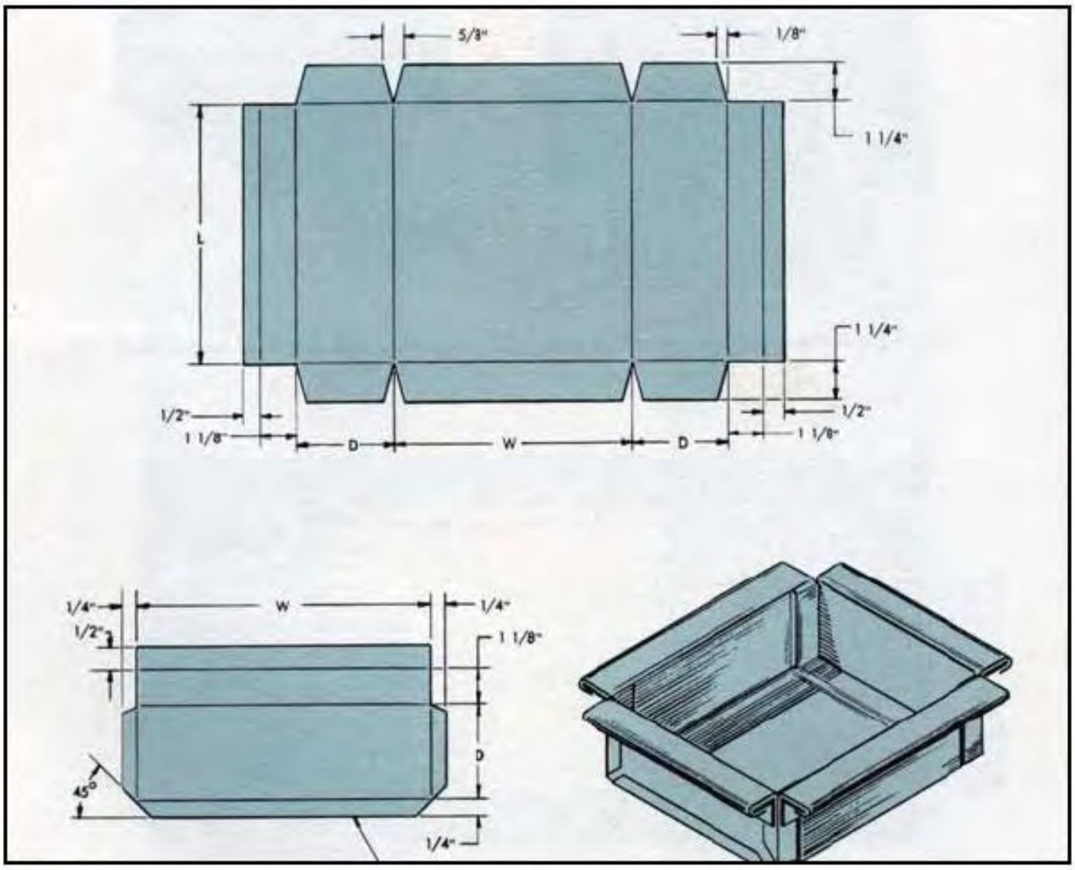
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
    a. Perkakas kerja plat
    b. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
    c. Alat patri
2. Bahan
    a. Bahan patri
    b. Plat Bjls 300 mm x 250 mm, tebal mak 1 mm

D. **Keselamatan Kerja**

1. Pergunakan alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Gunakan penggores, gunting plat yang tajam
3. Baca gambar dengan seksama
4. Kumpulkan dan buang serpihan plat ditempat khusus
5. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja



F. Langkah Kerja

1. Menandai bagian sisi pelat yang akan ditekuk
2. Menekuk setiap sisi pelat sesuai dengan tanda
3. Menekuk sisi pelat menjadi persegi.
4. Menyambung lipatan bodi dengan patri

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat dan bahan yang digunakan untuk menyambung plat pada pekerjaan di atas!
2. Jelaskan kondisi dan hal yang membahayakan pada pekerjaan di atas!
3. Jelaskan fungsi fluks pada penyolderan!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 3
Membuat Kotak Persegi

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Penilaian			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Mengumpulkan dan membuang serpihan plat di tempat khusus disediakan	Dilakukan				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 3 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Penilaian			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Melukis	Tuntas diselesaikan sesuai gambar				
2	Memotong benda kerja	Rapih sesuai gambar				
3	Melipat benda kerja	Rapih sesuai gambar				
4	Mematri benda kerja	Rapih diselesaikan sesuai gambar				
5	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 3			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **....................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**		

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

C. Mengelas Dengan Las Oksi-Asetilina

1. **Sambungan Las**

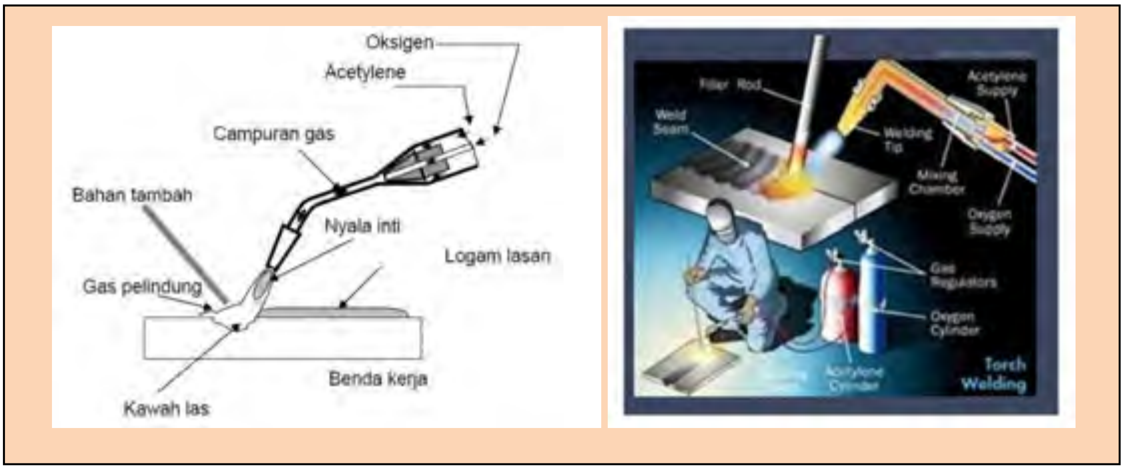
Dari berbagai jenis sambungan yang ada, terdapat jenis penyambungan logam yang memanfaatkan proses pemanasan untuk menyambung, diantaranya adalah tempa, patri dan las. *American Welding Society* mendefinisikan pengelasan sebagai proses penyambungan logam yang dilakukan dengan memanaskan material (proses metalurgi), dimana pada saat pemanasan ada yang diberikan tekanan pada benda kerja ataupun tanpa menggunakan tekanan, dengan menggunakan bahan pengisi atau tanpa menggunakan logam pengisi.

British Standards Institution mendefinisikan pengelasan sebagai proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas atau dengan tekanan atau keduanya. Logam pengisi dengan temperatur lebur yang sama dengan titik lebur dari logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut. Sedangkan Deutsche Industrie Normen (DIN) mendefinisikan pengelasan sebagai ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dengan kata lain, las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Dalam proses penyambungan ini adakalanya disertai dengan tekanan dan material tambahan (filler material)

Pada saat sekarang ini teknik las telah dipergunakan secara luas yang dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Luasnya penggunaan teknologi las disebabkan karena bangunan dan mesin yang dibuat dengan mempergunakan teknik pengelasan ini menjadi lebih murah. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan rel dan sebagainya. Disamping itu proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang coran,

membuat lapisan keras pada perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus dan macam-macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta keadaan sekitarnya.

2. **Pengertian Lasoksi-asetilena**



Gambar 2.84 Las oksi-asetilena

Las oksi-asetilena atau dalam istilah lain disebut OAW *(Oxy Acetylene Welding)* adalah salah satu cara pengelasan yang panas pengelasan itu diperoleh dari nyala api sebagai hasil pembakaran bahan bakar gas asetilena (C2H2) dengan zat asam atau oksigen (O2).Bahan bakar gas selain gas asetilena dapat digunakan gas propan (C3H8), dan hydrogen (H2). Di antara ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah gas asetilena karena asetilena mudah dibuat melalui generator asetilena atau membeli gas asetilena yang telah dimanfatkan ke dalam silinder dari pabrik gas dan temperatur nyala api pembakaran lebih tinggi, sebagai perbandingan lihat table2.3 berikut.

Tabel 2.3
Temperatur Nyala Api Pembakaran
Bahan Bakar Gas Dan Zat Asam

Bahan bakar gas	Reaksi dengan zat asam	Temperatur
Asetilena (C_2H_2)	$C_2H_2 + 2\frac{1}{2}\ O_2 \rightarrow 2CO_2 + H_2O$	3100^0 C
Hydrogen (H_2)	$H_2 + 1\frac{1}{2}O2 \rightarrow H_2O$	2650^0 C
Prophan (C_3H_8)	$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$	2537^0 C

Zat asam atau oksigen adalah gas yang sangat penting dan kehadirannya merupakan salah satu syarat terjadinya pembakaran. Oksigen diperoleh dengan memisahkan dari gas-gas lain yang terdapat dalam udara proses yang digunakan dari gas-gas lain, yang terdapat dalam udara. Proses yang digunakan ialah dengan cara mencairkan udara, kemudian disuling kembali. Oksigen terdapat di dalam udara luar sekitar 20 % dan mencair pada suhu – 138^{o}C.Sifat-sifat oksigen tidak berwarna dan tidak berbau. Oksigen dapat disimpan dengan aman dalam silinder sampai tekanan ± 150 Bar.

Lebih dari separuh pekerjaan pengelasan dihabiskan untuk membuat persiapan, terutama dalam hal membuat kampuh las atau *seting* benda kerja sebelum pengelasan dimulai. Hal ini dikarenakan pekerjaan persiapan ini akan sangat mempengaruhi hasil akhir pengelasan. Jika *seting* mengalami kesalahan, maka sebagus apapun hasil las, maka benda kerja tersebut tidak akan digunakan (gagal).Seting dan persiapan material, merupakan salah satu tanggung jawab juru las. Persiapan metrial tersebut meliputi; persiapan sambungan las, peralatan utama dan alat-alat bantu las, jenis bahan yang akan dilas, dan perapian benda kerja serta cara penempatan benda kerja atau posisi kerja las teoritis atau praktis.

3. Kampuh las

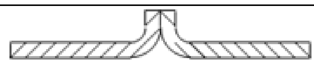
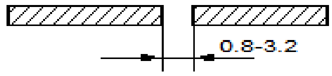
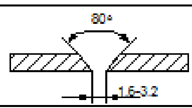
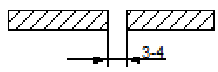
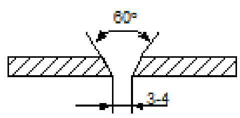
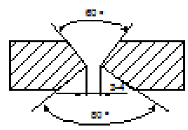
Tahapan persiapan pengelasan dilaksanakan dengan cara memilih dan membuat/seting sambungan atau dikenal dengan kampuh las. Pemilihan kampuh pada pengelasan pada dasarnya berdasar pada ketebalan plat atau logam yang akan disambung, jenis logam, posisi pengelasan, serta jenis las

yang dipergunakan. Pada pekerjaan las oksi-asetilena , kampuh las yang biasa digunakan adalah:

a. Sambungan Tumpul (*Butt Weld*)

Sambungan tumpul ialah bentuk sambungan yang kedua bidang yang bersambungan itu akan disambung berhadapan satu sama lain. Antara kedua bidang yang akan disambung biasanya diberi celah atau jarak antara, ialah untuk mendapatkan pengelasan yang baik pada saat pengelasan. Selain diberi celah, bidang sambungan harus dikerjakan terlebih dahulu baik lurus maupun miring. Untuk selanjutnya pengerjaan sambungan disebut kampuh las. Pemilihan bentuk kampuh tergantung pada tebal bahan yang akan dilas. Tabel 2.4 menunjukkan hubungan antara tebal bahan, bentuk kampuh dan teknik pengelasan.

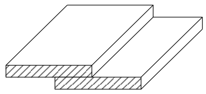
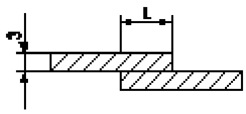
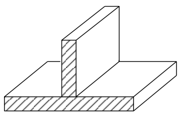
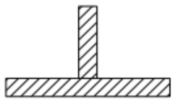
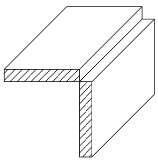
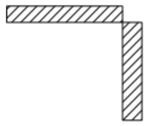
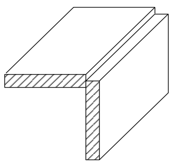
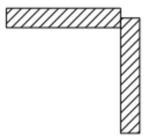
Tabel 2.4
Sambungan Tumpul Posisi Bawah Tangan

Teknik Las	Nama Kampuh Sambungan	Tebal Bahan (mm)	Bentuk Kampuh Sambungan
Arah Kiri (Maju)	Sambungan Pinggir	0,8 1,2	 ***Tanpa bahan tambah***
	Kampuh I	1,6 2,4 3,2	
	Kampuh V	4,5 5,0	
Arah Kanan (Mundur)	Kampuh I	5,0 6,5	
	Kampuh V	8,2 10,0 13,0	
	Kampuh X	16,2 19,0 25,0	

b. Sambungan Sudut (*Fillet Weld*)

Pengelasan sambungan sudut dapat dilaksanakan pada dua sisi atau hanya pada satu sisi, tergantung kekuatan las yang diharapkan. Pada pelat yang tebal diperlukan pengerjaan-pengerjaan kampuh tepi sambungan, yang harus dikerjakan terlebih dahulu. Macam–macam kampuh sambungan T adalah I, 1/2V, K, 1/2U atau J, bentuk kampuh bergantung atas tebal bahan yang akan dilas. Permukaan kampuh dan benda kerja harus bersih, celah sambungan harus sama agar diperoleh sambungan las yang baik.Macam-macam sambungan sudut ditunjukan pada tabel 2.5.

Tabel 2.5
Macam-Macam Sambungan Sudut

Nama Sambungan	Perspektif	Penampang Sambungan
Samb. Tumpang (*Lap Joint*)		
Sambungan T (*Tee Fillet Joint*)		
Samb.Sudut Luar (*Open Corner Joint*)		
Samb.Sudut Dalam (*Closed Corner Joint*)		

4. Peralatan Las Oksi-Asetilena

Peralatan utama pada pekerjaan pengelasan dengan las oksi-asetilena terdiri dari :

a. Generator asetilena
b. Tabung asetilena (bila tanpa generator)

c. Tabung Oksigen
d. Regulator asetilena dan oksigen
e. Pembakar las
f. Selang las asetilena dan oksigen
g. Kaca mata las
h. Korek api las

Gambar 2.85 Peralatan las Oksi-Asetilena

1) Generator asetilena

Generator asetilena merupakan tabung yang dibuat tahan tekanan tinggi dan dilengkapi berbagai alat agar dapat dibuat gas asetilena dengan cara mencampur karbit (*calcium-carbide*) dengan air pada tabung tersebut.

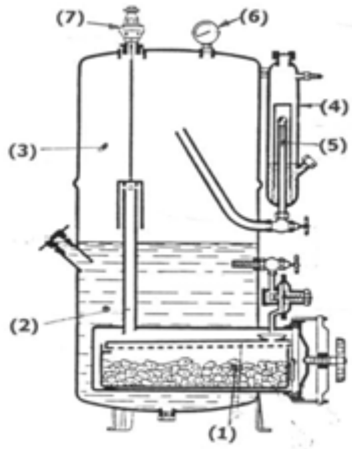
Proses kimia perubahan calcium-carbide yang bereaksi dengan air, secar kimia terjadi sebagai berikut:

$$Ca_2C_2 + 2H_2O_2 \qquad C_2H_2 + Ca(OH)_2 + \text{kalor}$$

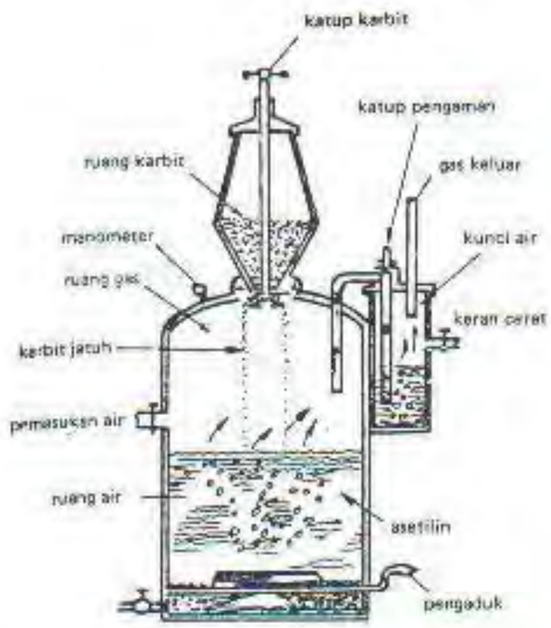
Kalor yang terjadi pada penguraian 1 kg karbit dapat memanaskan 5 kg air dari 0^oC - 95^oC.Jadi, air di dalam generator berfungsi juga sebagai pendingin.Syarat keamanan yang harus dipenuhi oleh sebuah generator yaitu Selama dalam pemakaian, suhu air tidak boleh lebih dari 60^oC, dan suhu gas asitilen yang terjadi, tidak boleh mencapai 100^oC.Generator ini memliki dua jenis, seperti ditunjukkan oleh gambar 2.86 dan 2.87.

Bagian-bagian utama sebuah generator asetilena

(1) Ruang karbit dan dapur gas atau retor
(2) Ruang air
(3) Ruang gas asetilena
(4) Kunci air
(5) Alat pembersih atau penyaring gas
(6) Pengukur tekanan gas atau manometer yang biasanya hanya ada padagenerator tekanan tinggi
(7) Alat pengaman bila terjadi tekanan gas melebihi tekanan yang diizinkan



Gambar 2.86 Bagian-bagian utama Generatorsistem tetes lasOksi-Asetilena



.

Gambar 2.87Bagian-bagian utama Generatorsistem celup lasOksi-Asetilena

Untuk menjaga kemanan generator dari ledakan atau kebocoran, tempatkan generator asetilena jauh dari tempat pengelasan atau tempat sumber api. Hindarkan nyala api, percikan las, benda-benda panas dan terik matahari dari generator.Periksalah secara berkala tinggi air dalam kunci air. Segera periksa kebocoran jika tercium bau karbit.

2) Tabung asetilena

Gas asetilena dimampatkan ke dalam silinder baja dengan volume 40 liter dan tekanan 15 bar.Silinder asetilena diisi dengan bahan berpori-pori, seperti kapas, sutra tiruan, atau asbes yang berfungsi sebagai penyerap aseton.

Gambar 2.88Tabung asetilena

Isi bahan berpori dalam silinder ±25 %, yang dapat menyerap aseton sebanyak ± 40% isi silinder.Tiap 1 liter aseton pada tekanan 15 kg/cm^2 dapat melarutkan ± 360 liter gas asetilena.

3) Zat asam

Gambar 2.89Tabung Oksigen

Zat asam/Oksigen adalah gas yang sangat penting dan merupakan salah satu syarat terjadinya pembakaran.Zat asam dimanfaatkan dalam silinder baja dengan tekanan sampai ± 150 kg/cm^2

4) Regulator

Regulator atau alat pengatur tekanan berfungsi untuk :

a) Mengetahui tekanan isi silinder,

b) Menurunkan tekanan isi menjadi tekanan kerja,

c) Mengetahui tekanan kerja,

d) Menjaga tekanan kerja agar tetap (konstan) meskipun isi berubah-ubah

Gambar 2.90Regulator

Pada regulator terdapat dua buah alat pengukur tekanan atau biasa disebut manometer seperti ditunjukkan pada gambar 2.90. Manometer tekanan isi silinder dan manometer tekanan kerja.Manometer tekanan isi mempunyai skala lebih besar jika dibandingkan dengan manometer tekanan kerja.Perbedaan antara regulator asetilena dan oksigen yang paling utama adalah tentang, baut dan mur pengikat, regulator asetilena berulir kiri, sedangkan regulator oksigen berulir kanan.

5) Pembakar las

Fungsi pembakar las atau Brander adalah untuk mencampur gasasetilena dan gas oksigen, mengatur pengeluaran gas dengan memutar katup, serta untuk mengadakan nyala api. Macam-macam pembakaran las ditunjukkan pada gambar 1.91

Gambar 2.91Pembakar las

Pada pembakaran tipe Tekanan Rendah (*Injector*), tekanan oksigen lebih dari pada tekanan kerja asetilena, misalnya tekanan kerja asetilena 0,3 kg/cm^2 s.d 0,5 kg/cm^2. Sementara tekanan kerja oksigen adalah 2,5 kg/cm^2 untuk tekanan kerja oksigen biasa tertera pada mulut pembakar.Pada pembakaran tipeTekanan Rata *(Mixer)*, tekanan kerja asetilena dan oksigen sama besarnya, misalnya mulut pembakar nomor 8; tekanan kerja oksigen maupun asetilena antara 5 - 7 psi*(pound square inch).*

Prinsip Kerja Pembakaran Las, adalah mencampurkan gas oksigen dan gas asetilena dapat bercampur secara homogen dalam pembakar bila katup oksigen dan katup asetilena dibuka. Pada keadaan ini gas campuran akan keluar melalui pembakaran dan dapat dinyalakan untuk keperluan pengelasan.

Pada umumnya sebuah pembakar dilengkapi dengan satu set tip/mulut pembakar. Mulut pembakar masing-masing itu digunakan untuk mengelas bahan yang tebalnya berbeda. Untuk memilih ukuran mulut pembakar perlu dipertimbangkan hal –hal sebagai berikut:

a) tebal bahan yang dilas,
b) jenis bahan yang dilas,
c) proses pengelasan.

Tabel 2.6
Tipe pembakar, ukuran tip dan tebal bahan

Tipe Injektor		Tipe Mixer	
Ukuran Tip	Tebal Bahan (mm)	Ukuran Tip	Tebal Bahan (mm)
1	0,5 – 1	8	0,5 – 2,0
2	1 – 2	10	2 – 4
3	2 – 4	12	4 – 6
4	4 – 6	15	6 – 9
5	6 – 9	20	9 – 15

6) Selang Las

(a) Selang las Oksigen
(b) Selang las Asitelin
(c) Pembakar
(d) Regulastor gas

Gambar 2.92 Alat Las OAW

Fungsi selang las adalah untuk mengalirkan gas dari silinder ke dalam pembakar.Bahan selang las dibuat dari karet yang berlapis-lapis dan diperkuat dengan serat-serat bahan tahan panas.

Selang las harus mempunyai sifat

a) kuat; selang asetilena harus tahan tekanan 10 kg/cm^2, selang oksigen harus tahan terhadap tekanan 20 kg/cm^2.
b) tahan api/panas.
c) lemas/tidak kaku/fleksibel.
d) berwarna.

Besar diameter dalam selang las bermacam-macam dan ukuran yang paling banyak digunakan ialah ¼"- $^{5}/_{16}$".Di dalam penggunaannya selang las tidak boleh dipertukarkan.Untuk menyalurkan gas oksigen pakailah selang las berwarna hijau.Dengan perbedaan warna ini dapat dihindarkan kekeliruan pada waktu pemasangan selang las.

7) Kaca Mata Las

Gambar 2.93Kacmata pengaman

Kaca mata las sangat penting digunakan pada waktu mengelas, untuk melindungi mata terhadap cahaya yang tajam dan menyilaukan, agar kita dapat melihat benda kerjayang baik.

Kaca mata las melindungi mata tehadap bahaya percikan bunga api, diperlengkapi dengan dua macam kaca, yaitu:

a) Kaca penyaring yang berwarna hijau atau cokelat ; untuk memotong dan mengelas dengan gas, nomor warna kaca, adalah nomor 4 dan 8.
b) Kaca biasa yang berwarna bening, sebagai pelindung, agar kaca las tidak cepat rusak bila kena percikan api.

8) Pemantik Api

Gambar 2.94Pemantik Api

Fungsi pemantik api adalah untuk menyalakan campuran oksigen dan asetilena yang keluar dari mulut pembakar. Hal ini dapat dilakukan dengan satu tangan saja.

9) Tip cleaner

Gambar 2.95 Tip cleaner

Tip cleaner digunakan untukmembersihkan lubang mulut pembakar.

10) Peralatan bantu bantu kerja las

Yang dimaksud dengan peralatan bantu adalah alat-alat yang digunakan untuk membantu mempercepat, memudahkan, dan memperlancar kegiatan pengelasan. Dengan demikian, tanpa alat bantu kegiatan pengelasan masih bisa dilaksanakan.Peralatan bantu, yang banyak digunakan dalam kegiatan mengelas adalah adalah sebagai berikut:

No	Nama Alat	Gambar
1	Mistar baja	
2	Rol meter	
3	Kikir	
4	Penggores	
5	Penitik	
6	Gergaji tangan	

No	Nama Alat	Gambar
7	Gerinda tangan	
8	Palu	
9	Pahat	
10	Paron/landasan	
11	Sikat kawat baja	

No	Nama Alat	Gambar
12	Ragum	
13	Tang jepit	

Gambar 2.96 Peralatan bantu las

11) Alat-alat keselamatan kerja

No	**Nama Alat**	**Gambar**
1	Kacamata pengaman	
2	Apron kulit Sarung tangan kulit	

No	Nama Alat	Gambar
3	Sepatu safety	
4	Topi las	
5	Pakaian kerja	

Gambar 2.97 Peralatan K3

5. Bahan Pengisi Las

Bermacam-macam jenis bahan yang dipergunakan untuk mengelas.Bahan las ini umumnya dikatagorikan sebagai logam pengisi. Logam pengisi didefinisikan sebagai logam tambah dalam pembuatan sambungan las cair, las patri (*braze welding)*, dan patri keras *(brazing)*. Logam pengisi digunakan atau dikonsumsi menjadi bagian dari sambungan las.

Dalam istilah logam pengisi tidak termasuk elektroda yang digunakan untuk las tahanan/resistan (*resistance welding*) dan juga tidak termasuk stud dalam stud welding.

Jenis logam pengisi untuk proses las oksi-asetilin yang telah distandarisasi oleh AWS *(Amerikan Welding Society) :*

a) Kawat las baja karbon rendah dan baja karbon tinggi .
b) Kawat las tembaga dan tembaga campuran.
c) Kawat aluminium dan aluminium paduan.
d) Kawat las untuk pelapisan permukaan.
e) Kawat las nikel dan nikel paduan.

f) Kawat las untuk besi tuang.

g) Kawat las magnesium

Logam untuk proses las oksi-asetilin, klasifikasi didahului oleh huruf R yang berarti *rod* (kawat las), kemudian diikuti oleh huruf G yang berarti gas, terakhir dua angka dibelakang, misalnya : 65 , angka tersebut menunjukkan kuat tarik maksimum x 1000 = 65000 dalam satuan psi *(pound square inch)* atau 1 Kg/Cm^2 = 14,2 psi.

Contoh pemakaian kawat las RG 65 dan kawat las RG 60

a) Kawat las RG 65

Kawat las RG 65 digunakan untuk mengelas baja karbon dan baja paduan rendah , dengan kekuatan tarik maksimum 65000 psi. Umumnya digunakan untuk mengelas pelat dan pipa tipis,

b) Kawat las RG 60

Kawat las RG 60 digunakan untuk mengelas baja karbon dengan kekuatan tarik maksimum 60000 psi, mempunyai keliatan *(ductility)* yang baik.Umumnya digunakan untuk mengelas pipa baja karbon.

Untuk memilih ukuran diameter kawat las yang akan digunakan pilihan itu bergantung pada tebal bahan benda kerja. Misalnya: tebal bahan yang akan dilas (T) = 3 mm, diameter kawat las adalah T/2 + 1 atau 3/2 + 1 = 1,5 + 1 = 2,5 mm.

Penggunaan dan Penyimpanan Kawat Las

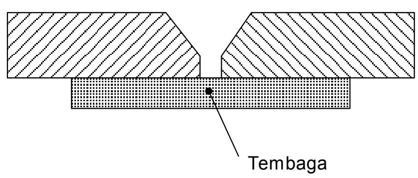
a) Pilihlah kawat las yang sesuai dengan jenis bahan dasar
b) Gunakan rumus T/2+1 untuk menentukan diameter kawat las
c) Kawat las harus bersih dari minyak,karat dan kotoran lain
d) Hematlah pemakaian kawat las dengan jalan menyambung sisa-sisa kawat las yang sudah pendek
e) Simpan kawat las ditempat yang kering,untuk mencegah karat.
f) Dalam penyimpanan kawat las jangan dicampuradukkan, masukan pada pembungkus agar mudah mengetahui komposisi dan kegunaannya

6. Prosedur Pengelasan

a) Persiapan Penyambungan

Di dalam persiapan-persiapan penyambungan dengan las, harus dilakukan persiapan yang benar. Dengan persiapan-persiapan yang benar dan baik membuat pekerjaan juru las menjadi ringan. Persiapan meliputi pekerjaan penyambungan, misalnya meratakan permukaan bagian atas dan bagian bawah sambungan.Dalam pengelasan penyetelan celah, sudut atau jarak adalah suatu hal yang diperlukan.Maka mulailah dengan persiapan-persiapan yang benar pada sudut-sudutnya dan meluruskan sebelum pengelasan dimulai. Kelurusan dan kerataan permukaan harus dijaga selama proses pengelasan berlangsung.

Benda kerja harus diikat untuk mencegah pemuaian akibat panas, terjadinya perubahan bentuk (distorsi). Alat penjepit harus terpasang kuat agar tidak bergerak maupun berubah posisi, karena bila demikan dapat mengubah posisi benda las akibat pemuaian sewaktu mengelas; hal ini akan serius bila terjadi pada *benda baja tahan karat*. Jadi kalau perlu dalam penyambungan dua benda, bagian bawah benda tersebut diberikan alat bantu untuk menjaga kerataan benda las tersebut. Alat bantu ini bisa dari pelat tembaga setebal ½" yang diikat kuat pada bagian bawah sambungan pengelasan. Hal ini sangat membantu sekali karena pelat tembaga ini dapat menerima dan menahan panas atau percikan – percikan las seperti terlihat pada gambar 2.98.



Gambar 2.98 Pengesetan sambungan tumpul

Cara lain untuk menghindari perubahan bentuk, dipakai alat pengikat benda kerja dengan satu sistem, yaitu yang disebut sistem *las catat (tack weld)*

b) Las Catat (Tack Weld)

Las catat adalah las kecil atau pendek yang digunakan sebagai pengikat bagian-bagian yang akan disambungkan atau dilas.Las catat sangat penting untuk mempertahankan kedudukan bagian-bagian sambungan, agar pada saat pengelasan dapat mengurangi perubahan bentuk.

1) Ukuran las catat

(a) Las catat pada ujung sambungan, panjangnya 3 s.d 4 kalitebal bahan, maksimum 35 cm.

(b) Las catat yang berada ditengah-tengah sambungan panjangnya 2 s.d 3 kali tebal bahan, maksimum 35 mm.

(c) Las catat pada pelat-pelat tipis dibuat lebih kecil tetapi jumlahnya agak banyak.

2) Jarak las catat

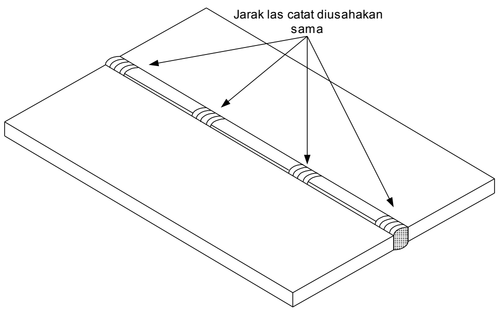
Jarak las catat yang satu terhadap yang lain harus sama seperti ditunjukkan pada gambar 3.2 , panjang jarak tersebut adalah :

(a) Tebal bahan di atas 3 mm, jaraknya ± 150 mm, dengan ketentuan setiap penambahan tebal 1 mm, jaraknya ditambah 25 mm dengan jarak maksimum tidak boleh lebih dari 600 mm.

(b) Tebal pelat sampai 1,5 mm, jaraknya ± 40 mm.

(c) Tebal pelat 1,5 s.d 3 mm, jaraknya ± 50 mm.

(d) Untuk sambungan las sudut, jaraknya dapat dibuat dua kali ketentuan di atas.

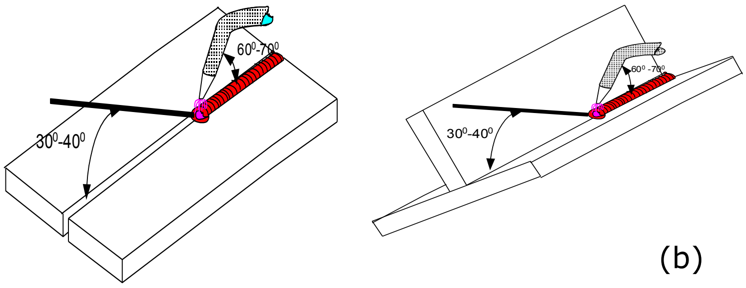


Gambar 2.99 Jarak las catat

c. Posisi Pengelasan

1) Posisi Bawah Tangan

Posisi bawah tangan adalah benda kerja terletak di atas bidang datar dan proses pengelasan berlangsung di bawah tangan. Untuk mengelas baja lunak besar sudut posisi arah memanjang (searah sambungan) untuk pembakar 60° – 70° dan kawat las 30° – 40° terhadap permukaan benda kerja, untuk arah melintang pembakar dan kawat las 90^{O} terhadap permukaan benda kerja (lihat gambar 1.20 dan 1. 21).

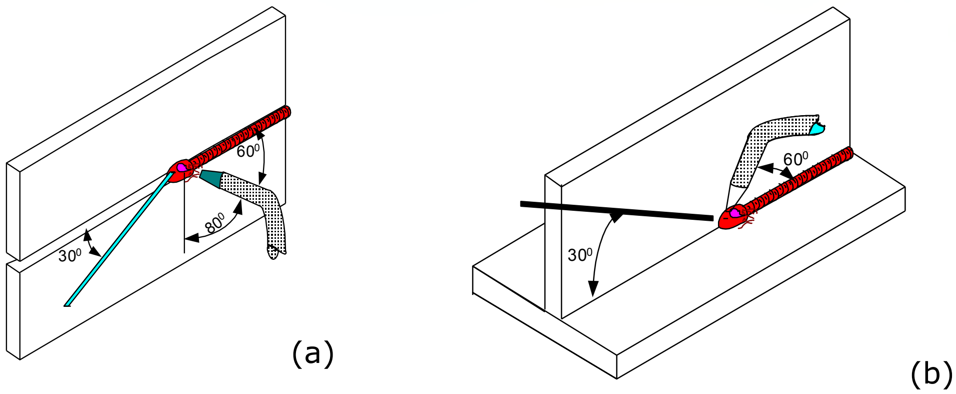


(a) (b)

Gambar 2.100 a. Kampuhtumpul posisi bawah tangan
b. Sudutposisi bawah tangan

2) Posisi Mendatar (Horizontal)

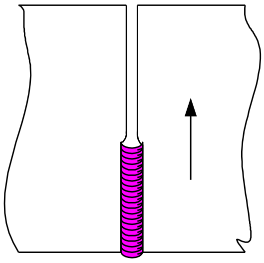
Posisi mendatar; benda kerja berdiri tegak, posisi sambungan mendatar (horizontal)pengelasan berjalan arah mendatar. Untuk mengelas baja lunak besar sudut pembakar 60^{0} – 70^{0} terhadap garis horizontal dan sudut samping pembakar antara 80^{0} – 90^{0} terhadap bidang bawah (lihat gambar 1.101(a) dan 1.101 (b).



Gambar 2.101
(a) Mengelas sambungan tumpul posisi mendatar
(b) Mengelas sambungan sudut posisi mendatar

3) Posisi Tegak (Vertikal)

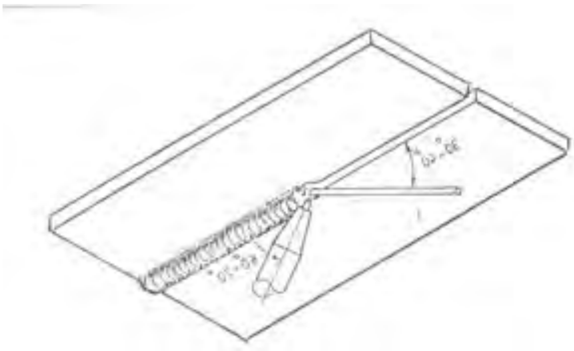
Benda kerja berdiri tegak, posisi sambungan tegak (vertikal), pengelasan berjalan tegak arah naik atau turun. Untuk mengelas baja lunak besar sudut pembakar 0 – 10^o terhadap garis horizontal dan sudut samping pembakar 90^o (sambungan tumpul), sudut samping pembakar untuk sambungan sudut 45^o, sudut kawat las sambungan sudut maupun sambungan tumpul 30^o – 40^o terhadap permukaan benda kerja. Gerakan pembakar dan bahan pengisi ke arah atas atau ke arah bawah lihat gambar 1.24.



Gambar 2.102 Mengelas posisi tegak

4) Posisi Atas Kepala (Over head)

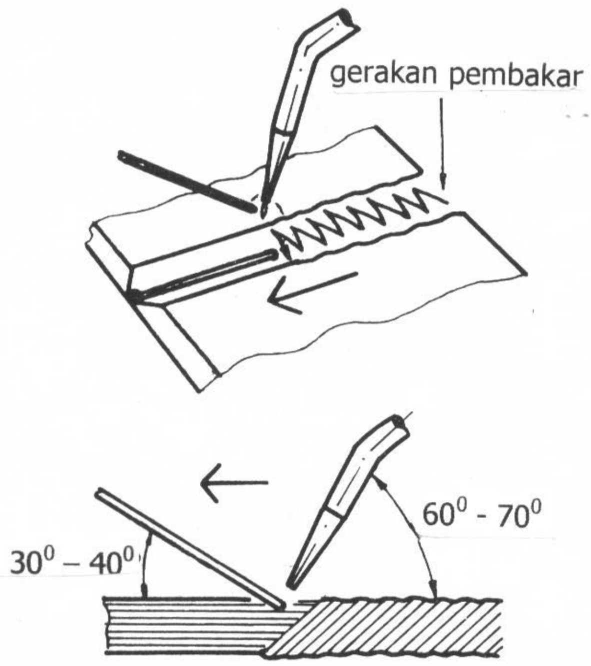
Posisi atas kepala; benda kerja/bagian yang akan dilas menghadap ke bawah, pengelasan dilakukan dari bawah. Besar sudut pembakar 0 – 10^o terhadap garis tegak dan segaris dengan garis sambungan pengelasan (sambungan tumpul), untuk sambungan sudut ; sudut samping pembakar 45^o, sudut kawat las sambungan tumpul maupun sambungan sudut 30^o – 40^o terhadap permukaan benda kerja seperti pada gambar 2.102.



Gambar 2.102Mengelas posisi di atas kepala

1) Teknik Las Arah Kiri (*Left ward Welding*)

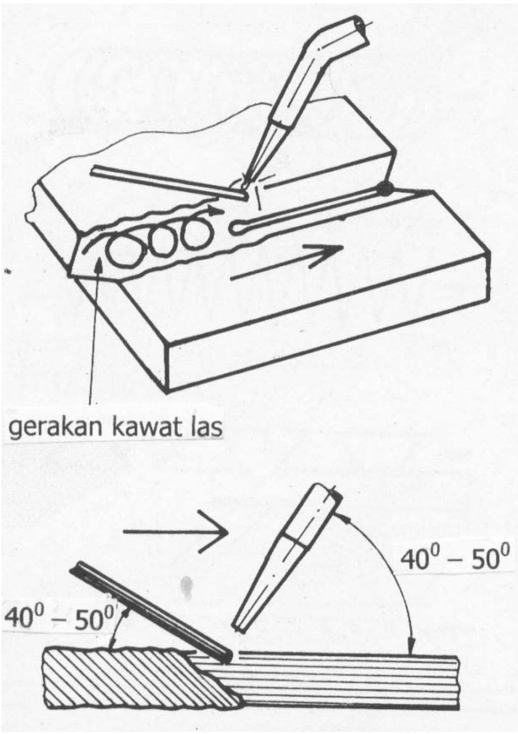
Teknik pengelasan arah kiri, pembakar bergerak dari kanan ke kiri apabila pembakar dipegang oleh tangan kanan. Teknik mengelas arah kiri terutama dipergunakan untuk mengelas bahan baja yang tebalnya sampai 4,5 mm. Cara ini dipergunakan untuk mengelas besi tuang dan bahan – bahan non ferro. Ayunan las melingkar atau setengah lingkaran.Sudut pembakaran las 60 – 70 derajat, sudut kawat las 30 – 40 derajat terhadap garis sambungan seperti pada gambar2.103.



Gambar 2.103Mengelas arah kiri (maju)

2). Teknik Las Arah Kanan (*Rightward Welding*)

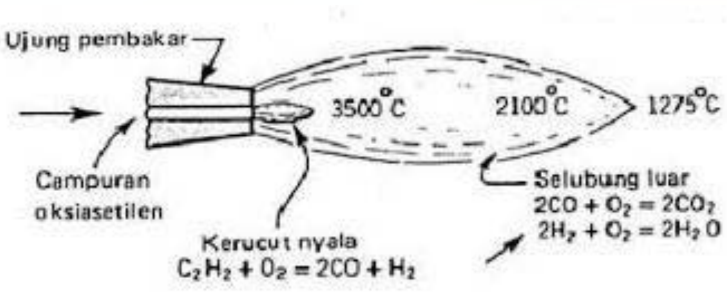
Pembakar bergerak dari kiri ke kanan, bila pembakar dipegang oleh tangan kanan.Cara ini dianjurkan untuk mengelas baja yang tebalnya 5 mm ke atas.Posisi sudut pembakar las 40^0 – 50^0, sudut kawat las 30^0 – 40^0 terhadap garis sambungan.Sudut pembakar lebih kecil atau miring maksudnya untuk menahan cairan yang mengalir supaya tidak mendahului pengelasan.Pengelasan arah kanan biasanya hanya dilakukan pada logam baja dan dianjurkan untuk mengelas posisi tegak dan atas kepala.



Gambar 2.104Mengelas arah kanan (mundur)

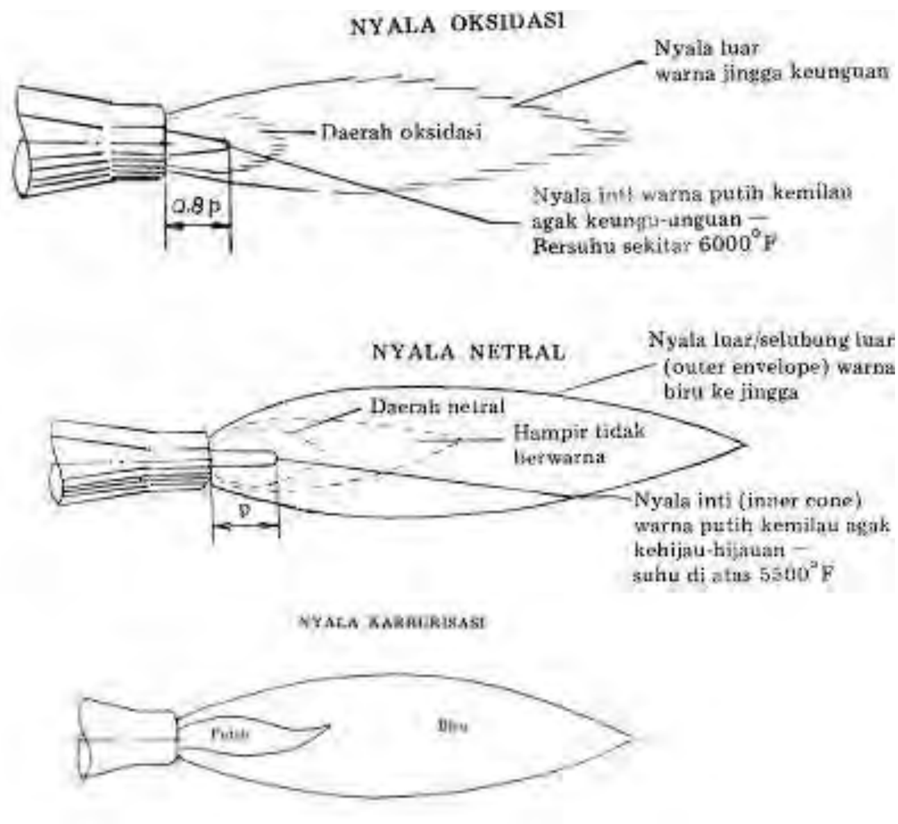
6.

Nyala api pada las oksi-asetilin dihasilkan pembakar dengan mengatur katup oksigen dan katup asetilin. Suhu pembakaran pada las asetilin dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.105Temperatur pembakaran

Berdasar campuran oksigen dan asetilin pada proses pembakaran, terdapat tiga jenis pembakaran/api las oksi asetilin, yaitu nyala oksidasi yang dihasilkan oleh pembakaran yang kaya akan oksigen. Nyala netral, yaitu nyala api pengelasan yang dihasilkan oleh perbandingan campuran oksigen dan asetilin yang seimbang/sesuai. Serta nyala karburasi, yaitu nyala yang dhasilkan oleh pembakaran yang kaya akan asetilin. Karakteristik api las ini digambarkan pada gambar 2.106. Sedangkan penggunaan jenis nyala api ini dapat dilihat pada tabel 2.7



Gambar 2.106Nyala api las oksi-asetilin

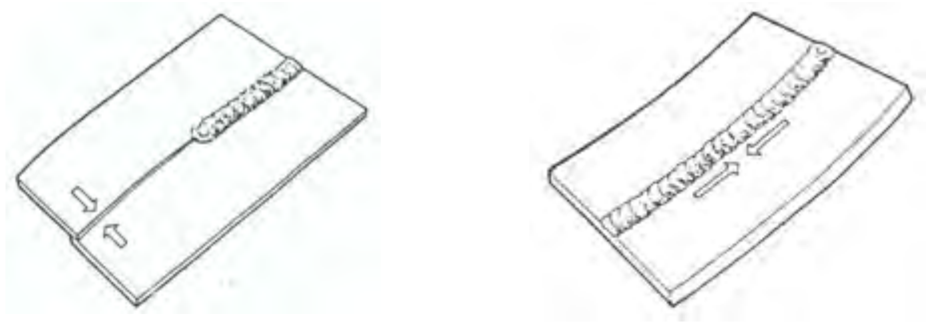
Tabel 2.7
Pengelasan logam dengan Las Oksi-Asetilin

Logam Induk	Proses Las	Nyala Api
Baja Karbon • Baja karbon rendah(sampai 0,30% C) • Baja karbon sedang (0,30% - 0,50%) • Baja karbon tinggi (0,50% - 0,90%) • Baja perkakas (0,80% – 1,5%)	Las cair Las patri Las cair Las patri Las cair Las patri Las cair Las patri	Netral Sedikit oksidasi Netral Sedikit oksidasi Netral Sedikit oksidasi Netral Sedikit oksidasi
Besi Tuang Besi cor abu-abu Besi cor Maribel	Las cair Las patri Las patri	Netral Sedikit oksidasi Sedikit oksidasi
Baja Tahan Karat Baja tahan karat (12% - 28%) Baja tahan karat (18% - 8%)	Las cair Las cair	Netral Netral
Nikel & Paduan Nikel Nikel Monel Inconel	Las cair Las cair Las cair	Netral sedikit karburasi Netral sedikit karburasi Netral sedikit karburasi
Tembaga & Paduan Tembaga Tembaga Perunggu dan kuningan Perunggu Aluminium Perak dan nikel	Las cair Las patri Las cair Las cair Las cair	Netral Sedikit oksidasi Sedikit oksidasi Sedikit oksidasi Netral
Aluminium & Paduan Aluminium Aluminium murni Aluminium Mangan Aluminium Silikon Magnesium Aluminium Magnesium	Las cair Las cair Las cair Las cair	Netral Netral Netral Netral

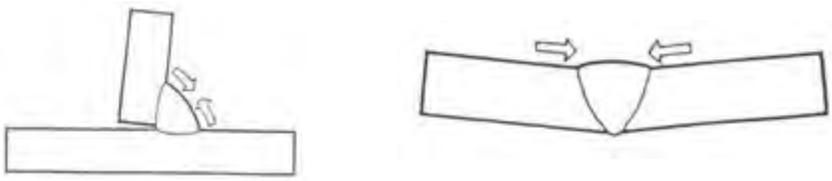
7. Pencegahan Distorsi

Pada waktu pengelasan benda kerja akan mengalami pemanasan yang tidak sama rata. Panas yang terbesar terjadi pada daerah las dan panas makin menurun pada bagian yang makin jauh dari daerah las. Sebagai akibat dari

penerimaan panas yang tidak merata ini, maka benda kerja akan mengalami perubahan bentuk atau distorsi Sebagai contoh distorsi lihat gambar 2.107.



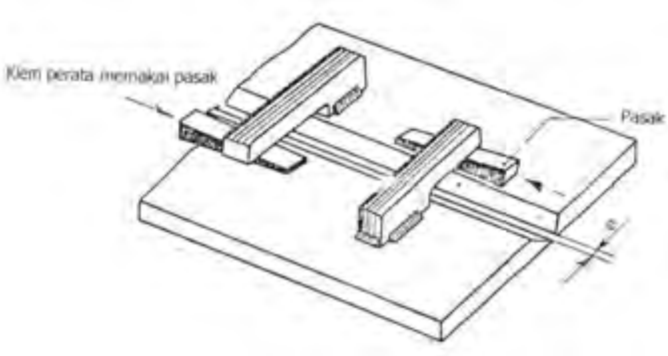
Gambar 2.107 Distorsi pada sambungan tumpul



Gambar 2.108 Distorsi pada sambungan sudut

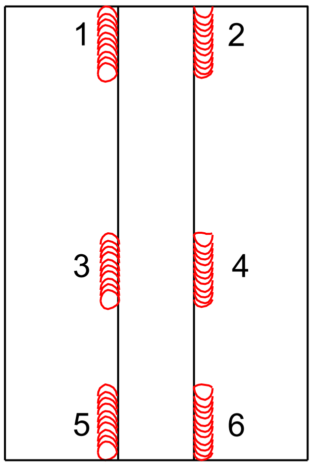
Untuk menghindari atau memperkecil terjadinya distorsi pada benda kerja, waktu merakit benda kerja harus menggunakan alat bantu yang dapat menahan muainya benda kerja waktu dipanaskan dan mengkerut waktu pendinginan, peralatan tersebut seperti klem/penjepit, jig atau alat untuk merakit. Bagian-bagian yang diklem harus dipertahankan posisinya agar tetap kokoh sampai proses pendinginan.

Las catat (*tack weld*) dapat juga dipakai untuk menahan agar bagian yang sedang dirakit tidak bergeser selama pengelasan dan sebagai sarana untuk memperkecil distorsi khususnya distorsi melintang.



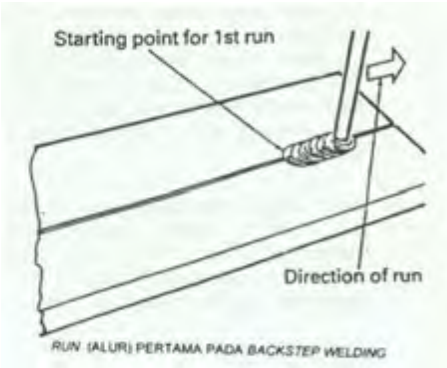
Gambar 2.109 Cara mengurangi distorsi

Cara pencegahan distorsi dilakukan juga dengan variabel pengelasan, yaitu pengelasan terputus-putus *(intermittent weld),* dimaksudkan untuk menyalurkan tegangan supaya daya susut yang satu dengan yang lain setimbang dengan menggunakan urutan pengelasan yang benar. Contoh dari teknik ini adalah pengelasan bergantian yang dilakukan pada setiap sisi untuk sambungan tumpul dan sambungan sudut seperti pada gambar 2.110

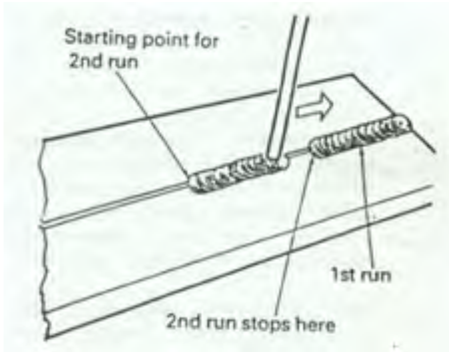


Gambar 2.110 Pengelasan terputus-putus

Pengelasan dengan arah pembakar yang berbeda-beda atau dalam teknik pengelasan disebut pengelasan arah maju dan arah mundur hal ini dilakukan untuk mengurangi distorsi pada waktu penempatan jalur las yang panjang dan terus menerus. Metoda ini menyalurkan panas lebih merata disepanjang sambungan. Cara pengelasan ini ditunjukkan gambar 2.111 berikut.



(a)



(b)

Gambar 2.111

a. **Jalur pertama dikerjakanke belakang menuju ke bagian akhir**
b. **Jalur yang kedua lebih jauh dari yang pertama dan las mundur ke belakang menuju jalur yang pertama**

Bila setiap jalur pengelasan telah sesuai urutannya, maka tegangan yang timbul akibat ekspansi dan kontraksi akan dikontrol oleh pengelasan pada jalur sebelumnya. Untuk mengelas sambungan yang panjang , pengelasan dimulai dari tengah-tengah sambungan, dua jalur pertama dengan cara yang sama dengan urutan sebelumnya, kemudian buat jalur berikutnya bergantian dikedua sisi garis tengah, sehingga pengelasan sambungan berlangsung dari tengah menuju ke arah luar.

Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PENGELASAN DENGAN PROSES LAS OKSI ASITELIN

Informasi

Setelah mempelajari materi pengelasan dengan las oksi asitelin, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan pengelasan dengan proses las oksi asitelin. Pada kegiatan latihan ini, perhatikan hal-hal berikut:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan disusun secara berurutan, dan setiap siswa harus secara bertahap menyelesaikan pekerjaan, dan berpindah/memulai pekerjaan berikutnya atas ijin/pengawasan guru. Materi latihan terdiri dari:
   - **Latihan 4**: Melakukan instalasi peralatan Las Oksi Asitelin
   - **Latihan 5**: Menyalakan api brander
   - **Latihan 6**: Membuat jalur las tanpa bahan tambah
   - **Latihan 7**: Membuat Jalur Las Dengan Bahan Tambah
   - **Latihan 8**: Membuat Sambungan Las Tumpang
   - **Latihan 9**: Membuat Sambungan Pinggir
   - **Latihan 10**: Membuat Sambungan Sudut Luar
   - **Latihan 11**: Membuat Sambungan Sudut Dalam
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 4
Melakukan Instalasi Peralatan Las Oksi Asetilin

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 4, siswa mampumelakukan instalasi/merakit peralatan las OAW, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Dilakukan pemeriksaan kebocoran gas
        2) Tidak ada sambungan bocor/kebocoran diperbaiki
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan merakit peralatan las OAW
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
    a. Seperangkat Las oksi-asetilena
    b. Perkakas tangan (obeng, gergaji besi, kunci inggeris, kunci pas, pisau)
    c. Kuas atau busa spon
    d. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

2) Bahan

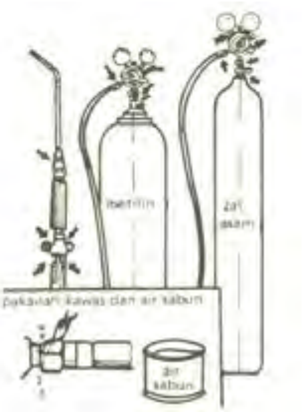
   a. Sealtip
   b. Air sabun
   c. Clam Ring

D. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
3. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja

No	Gambar	Langkah Kerja
1		**Menyiapkan Alat dan Bahan** Menyiapkan silinder oksigen dan asetilena, tempatkan silinder oksigen dan asetilena terikat pada dinding atau pada kereta dorong di tempat yang aman. Siapkan bahan dan alat yang akan digunakan
2		**Pemasangan regulator** Sebelum memasang regulator pada tiap silinder, katup silinder dibuka sebentar dan tutup kembali agar lubang dan ulir bebas dari debu.Pasang regulator pada masing-masing silinder. Tekanan isi silinder 150 Bar, Tekanan kerja 2,5 Bar (tertera pada mulut pembakar). Untuk pembakar jenis mixer tekanan kerja zat asam dan asetilena 1 : 1, misalnya mulut pembakar nomor 4, tekanan kerja zat asam dan oksigen sama, yaitu 5 – 7 dalam satuan psi ($1 kg/cm^2$ = 14,2 psi).
3		**Penyambungan Selang** Sambungkan selang ke regulator dan brander dengan kencang, gunakan clam ring dan kencangkan dengan obeng

No	Gambar	Langkah Kerja
		Perhatikan warna selang; merah untuk asitelin dan biru atau hijau untuk oksigen
5		**Pemeriksaan Sambungan** Secara keseluruhan pemasangan bagian – bagian utama las oksi-asetilena telah selesai, namun demikian instalasi las tersebut masih belum dapat digunakan karena belum dijamin keamanannya, mungkin masih ada kebocoran pada sambungan. Instalasi las harus diperiksa sambungan–sambungannya dari kemungkinan bocor.Sambungan–sambungan yang perlu diperiksa adalah a) Silinder dengan regulator b) Regulator dengan slang las c) Slang las dengan pembakar d) Pembakar dengan tip/mulut pembakar Oleskan air sabun pada setiap sambungan dengan menggunakan kuas. Bocoran gas dapat diketahui dari adanya gelembung–gelembung air sabun pada sambungan, bahkan kalau bocoran cuckup besar akan ditemui bunyi berdesis. Apabila tejadi kebocoran hendaknya mur penghubung atau klem slang dikencangkan lagi dengan menggunakan alat yang sesuai dan periksalah kembali. Pemasangan bagian–bagian utama las oksi asetilin dapat dikatakan selesai apabila pada instalasi las oksi-asetilena tidak ada kebocoran, yang artinya instalasi las oksi asetilin aman.

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan nama dan fungsi peralatan las OAW!
2. Apa yang menjadi dasar pemilihan tip brander?
3. Sebutkan bahaya yang dapat terjadi saat melakukan pekerjaan instalasi alat las OAW, dan jelaskan cara pencegahannya!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan.
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 4
Melakukan Instalasi Mesin Las Oksi Asitelin

Nama Siswa : ....

1. PenilaianSikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 4 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Perakitan	Tuntas diselesaikan				
2	Kebocoran gas	Tidak ada				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3.Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 4			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 5
Menyalakan Api Brander

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 5, siswa mampumenyalakan api pengelasan Oksi-asetilena,dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakkan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Membuka/menutup dan mengatur tekanan gas sesuai prosedur
        2) Menyalakan/mematikan api sesuai prosedur
        3) Menyalakan/mengatur api karburasi, oksidasi dan netral sesuai prosedur
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan menyalakan api las OAW!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

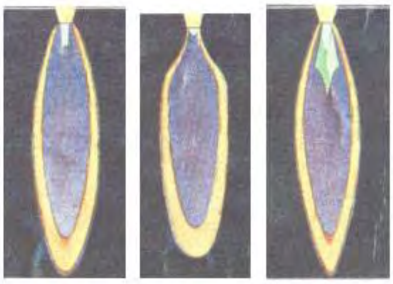
1. Alat
   a. Seperangkat Las oksi-asetilena
   b. Alat Bantu pengelasan
   c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2. Bahan
   (Tidak menggunakan bahan khusus)

D. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Gunakan tip yang sesuai dengan tebal bahan
3. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
4. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar dan Langkah Kerja

No	Gambar	Langkah Kerja
1		Pakailah alat pelindung mata (kacamata) dan kemudian bukalah katup asetilena pembakar dan goreskan korek api las di muka mulut pembakar. Awas nyala api jangan ditujukan pada orang atau benda yang mudah terbakar.
2		Aturlah nyala api asetilena dengan udara yang terjadi, agar tidak berasap tebal atau menyala jauh dari mulut pembakar dengan mem-perbesar atau memperkecil pengeluaran asetilena.

No	Gambar	Langkah Kerja
3		Bukalah katup zat asam/oksigen pembakar perlahan-lahan hingga warna api akan berubah dari warna kuning menjadi berwarna biru.
4	 (A) (B) (C) ○ **Nyala api netral,** Nyala api netral adalah nyala api yang sering diguanakan untuk mengelas baja, baja tahan karat, tembaga dan almunium. ○ **Nyala api karburasi,** Nyala api karburasi digunakan untuk melapisi keras permukaan dan las patri keras (brazing). ○ **Nyala api oksidasi,** Nyala oksidasi dipergunakan untuk mengelas kuningan atau mengelas patri dengan bahan kuningan (braze welding).	Melalui kaca mata las akan terlihat tiga macam nyala, inti, nyala luar dan nyala ekor Perbesar pengeluaran zat asam hingga nyala ekor menghilang itu tandanya nyala api sudah netral Bila pengeluaran zat asam dilanjutkan, inti nyala berubah menjadi memendek dan agak runcing. Nyala ini dinamakan nyala okidasi atau nyala kebihan zat asam. Bila pengeluaran asetilena diperbesar setelah nyala netral, maka nyala ekor akan terlihat. Nyala ini dinamakan nyala karburasi atau nyala kelebihan asetilena. Untuk memperoleh penga- laman mengenai nyala api netral, oksidasi dan karburasi, cobalah pada benda kerja dan membandingkan hasilnya.
5		**Mematikan api las** Tutuplah katup asetilena pembakar, nyala api sekaligus akan mati. Setelah nyala api mati tutuplah katup zat asam pembakar

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan 3 jenis nyala api las OAW dan fungsinya!
2. Uraikan bagaimana cara mengatur api untuk mendapat 3 jenis nyala api las OAW!
3. Berapa besar tekanan kerja gas oksigen dan asitelin digunakan pada saat latihan 5 ini?

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 5
Menyalakan Api Brander

Nama Siswa : ....

1. PenilaianSikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 5 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Membuka katup dan menyalakan api	Sesuai prosedur				
2	Menyalakan api Karburasi	Pengaturan sesuai rosedur				
3	Menyalakan api netral	Pengaturan sesuai rosedur				
4	Menyalakan api oksidasi	Pengaturan sesuai rosedur				
5	Mematikan api Brander	Sesuai rosedur				
	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

<table>
<tr><th colspan="3">(b)Penilaian Pengetahuan</th></tr>
<tr><td colspan="3">Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan</td></tr>
<tr><th>No.</th><th>Aspek Penilaian</th><th>Nilai Perolehan</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Review</td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Laporan Praktik/Latihan</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Jumlah Nilai</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 5</th></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

...................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

.....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

.....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4 **)Coret yang tidak perlu

Latihan 6
Membuat Jalur Las Tanpa Bahan Tambah

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 6, siswa harus kompeten membuat jalur las tanpa bahan tambah dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena , pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1. Lebar jalur las $5^{\pm 1}$ mm
      2. Bagian yang tidak mencair maksimum 5%
      3. Penyimpangan kelurusan jalur maksimum 5^0
      4. Penetrasi tidak melampaui permukaan bawah
      5. Terak dan percikan logam 0
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B. Tugas

1. Lakukan latihan membuat jalur las tanpa bahan tambah dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena !
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C. Kebutuhan Alat dan Bahan

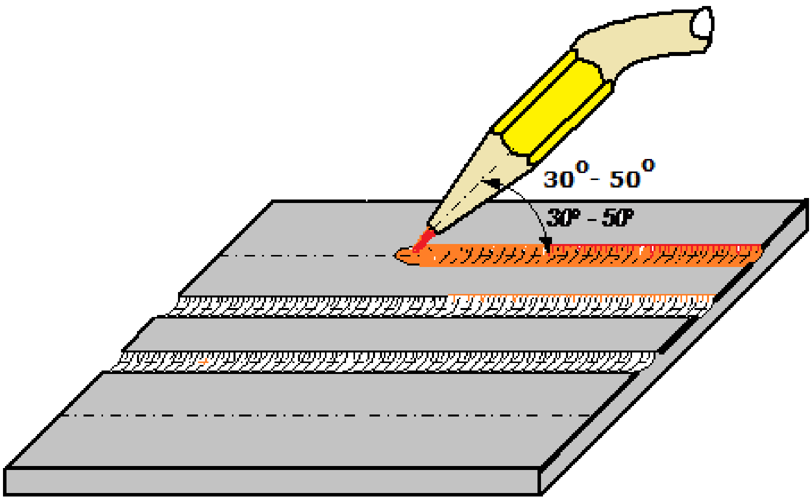
1. Alat
    a. Seperangkat Las oksi-asetilena
    b. Alat Bantu pengelasan
    c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2. Bahan

    Pelat baja karbon 120 x 100 x 2 mm

D. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja
2. Gunakan tip yang sesuai dengan tebal bahan
3. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
4. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Siapkan benda kerja, ukuran sesuai dengan gambar kerja.
2. Beri tanda pada bagian yang akan dilas.
3. Siapkan perlengkapan las dan alat keselamatan kerja

4. Pilih ukuran mulut pembakar dan atur tekanan kerja yang sesuai dengan kebutuhan pengelasan.
5. Atur posisi benda kerja pada meja kerja, kemudian nyalakan pembakar dan atur apinya hingga netral.
6. Mulailah pengelasan dengan mencairkan bahan dasar selanjutnya cairan didorong dengan teknik las arah maju.
7. Sudut pembakar 60°–70° arah kebelakang dan 90 ° arah ke kiri dan kekanan, panaskan terus hingga bahan dasar mencair. Jika sudah terjadi kawah mencapai lebar ±2,5 mm x tebal bahan, tarik kembali mulut pembakar ke tepi hingga kawah mencapai 2,5 x tebal bahan. Setelah itu, dorong kawah ke depan dengan jalan menggerakkan pembakar arah maju.

   Selama proses pengelasan terjadi, Anda diharapkan tetap mempertahankan hal-hal sebagai berikut

   a) Gerakan pembakar harus tetap lurus, tanpa diayun.
   b) Sudut pembakar arah memanjang antara 60° – 70°
   c) Jarak inti nyala 2 – 3 mm
   d) Lebar kawah las tetap 2,5 x tebal bahan.
   e) Jalur tetap sejajar dengan tepi.
8. Menjelang akhir jalur kira – kira 15 mm turunkan perlahan–lahan sudut pembakar untuk menghindari terjadinya *undercut* (takik las pada pinggir).
9. Apabila satu jalur sudah selesai, matikan api las. Bersihkan benda kerja dan konsultasikan dengan pembimbing praktik.
10. Jika Anda telah mendapat instruksi dari pembimbing praktik, lanjutkan kegiatan Anda pada jalur berikutnya hingga baris yang dibuat itu selesai semua.
11. Pada akhir pengelasan matikan api las, tutup semua katup, buang gas sisa pada selang.
12. Bersihkan benda kerja yang sudah selesai dan periksakan kepada pembimbing praktik.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Berdasar tebal bahan, berapa nomor tip brander yang digunakan?
2. Berapa tekanan kerja gas asitelin dan Oksigen digunakan?
3. Pada saat melaksanakan pengelasan timbul ledakan, apa penyebabnya?, bagaimana mencegahnya?

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 6
Membuat Jalur Las Tanpa Bahan Tambah

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 6 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$5^{\pm 1}$ mm				
2	Bagian yang tidak mencair	maksimum 5%				
3	Penyimpangan kelurusan jalur	maksimum 5^{0}				
4	Penetrasi	tidak melampaui permukaan bawah				
5	Terak dan percikan logam	0				
6	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/6)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 6			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4 **)Coret yang tidak perlu

Latihan 7
Membuat Rigi Las Dengan Bahan Tambah

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 7, siswa mampu membuat rigi las dengan bahan tambah dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena, pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Lebar jalur las $6^{\pm 1}$ mm
      2) Tinggi jalur $2^{\pm 0,5}$ mm
      3) Beda permukaan jalur maksimum 1 mm
      4) Penyimpangan kelurusan jalur maksimum 5^{0}
      5) Perpaduan minimum 80%
      6) Terak dan percikan logam 0
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat rigi jalur las dengan bahan tambahmenggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

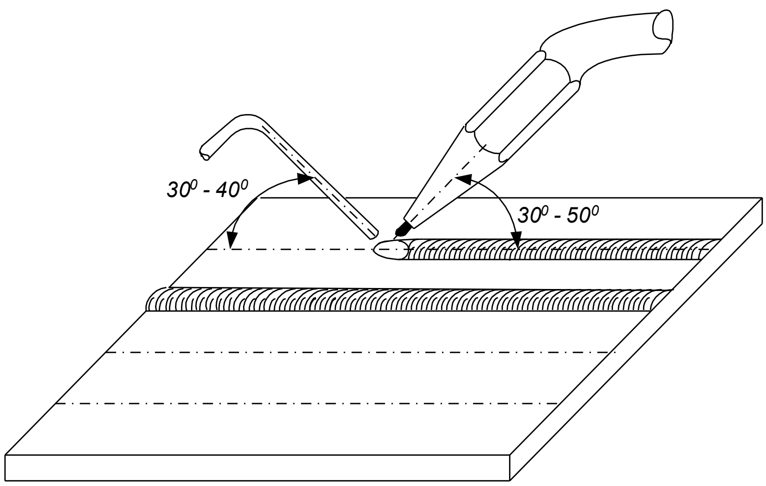
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat:
   a. Pelat baja lunak Seperangkat peralatan las oksi asetilena
   b. Alat bantu pengelasan
   c. Alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja
   d. Lembaran kerja/gambar kerja
2. Bahan:
   a. ukuran 120 × 100 × 3 mm
   b. Kawat las ∅ 3 mm

D.Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat – alat keselamatan dan kesehatan kerja
2. Gunakan tip yang sesuai dengan tebal bahan
3. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
4. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Siapkan benda kerja, ukuran sesuai dengan gambar kerja.
2. Lukislah garis dengan penggores pada bagian–bagian yang akan dilas.
3. Pilihlah tip yang sesuai dan atur tekanan kerja hingga sesuai dengan kebutuhan pengelasan.
4. Peganglah pembakar pada posisi 60^0 – 70^0 dan kawat las pada posisi 30^0 – 40^0 terhadap permukaan benda kerja.
5. Atur nyala api hingga menjadi nyala netral.
6. Panaskan bagian yang akan dilas mulai dari pinggir kanan hingga timbul kawah las.
7. Setelah kawah las cukup besar, masukkan kawat las hingga mencair dan berpadu dengan cairan bahan dasar.
8. Angkatlah kawat las, atur kawah las dengan nyala api sambil bergerak maju.
9. Masukkan dan angkat lagi, kemudian gerakkan kawat las naik-turun secara teratur sesuai dengan kecepatan mencairnya bahan dasar.
10. Saat menjelang akhir jalur kira-kira 15 mm turunkan perlahan-lahan sudut pembakar atau percepatan gerakan dengan tujuan menghindari terjadinya undercut pada akhir jalur.
11. Setelah akhir jalur selesai matikan api las kemudian bersihkan jalur dari terak dan serahkan kepada guru untuk diperiksa. Apabila telah ada instruksi untuk melanjutkan, lanjutkan pengerjaan jalur berikutnya seperti pada langkah 7, 8, dan 9
12. Setelah selesai mengerjakan jalur terakhir matikan api las, bersihkan benda kerja dengan sikat baja untuk selanjutnya serahkan kepada guru praktek.
13. Apabila Anda sudah menggunakan peralatan, tutuplah semua katup kemudian buanglah gas sisa yang ada pada selang dan bersihkan tempat kerja kemudian kembalikan alat-alat pada tempat yang telah disediakan.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Berapakah diameter kawat bahan tambah yang digunakan pada pengelasan OAW jika tebal plat yang di las 4 mm?
2. Apa akibatnya jika panas pengelasan OAW terlalu kecil saat membuat rigi las dengan bahan tambah?
3. Pada saat membuat rigi las, bahan tambah membentuk rigi las yang lebar dan kurang tinggi, apa penyebabnya?

H.Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 7
Membuat Rigi Las Dengan Bahan Tambah

Nama Siswa : ....

1.Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 7 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$6^{\pm 1}$ mm				
2	Tinggi jalur	$2^{\pm 0,5}$ mm				
3	Beda permukaan jalur	maksimum 1 mm				
4	Penyimpangan kelurusan jalur	maksimum 5^0				
5	Perpaduan minimum	minimum 80%				
6	Terak dan percikan logam	0 (tidak ada)				
7	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/7)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 7</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................, ...
Penilai

..................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

..................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

..................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 8
Sambungan Tumpang

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 8, siswa mampumembuat sambungan tumpang dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena , pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1. Lebar jalur las $5^{\pm 1}$ mm
      2. Tinggi jalur 2 mm
      3. Bentuk jalur rata atau cembung
      4. Sambungan jalur rata $^{\pm 0,5}$
      5. Beda permukaan jalur maksimum 1 mm
      6. Panjang *overlap* maksimum 5%
      7. Perpaduan minimum 95%
      8. Perubahan sudut maksimum 5^{0}
      9. Terak dan percikan logam 0
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan tumpang dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena !
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

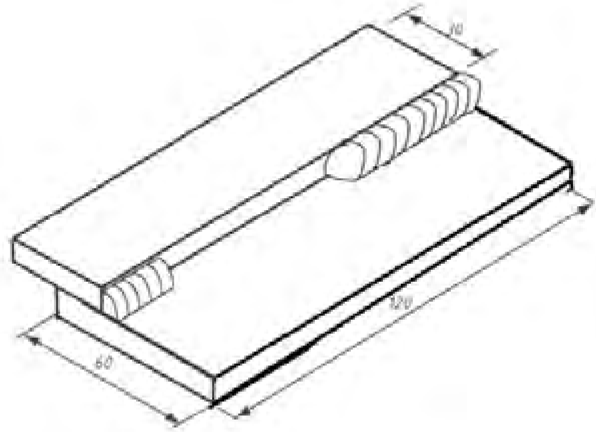
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a) Seperangkat peralatan las oksi asetilena
   b) Alat bantu pengelasan
   c) Alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja
   d) Lembaran kerja/gambar kerja
2. Bahan
   a) Pelat baja lunak ukuran
      120 × 30 × 3 mm (1 buah) dan 120 x 60 x 3 mm (1 buah)
   b) Kawat las,
      Jenis : Bahan baja lunak
      Ukuran ∅ 3 mm

D. Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat – alat keselamatan dan kesehatan kerja dengan benar
2. Aturlah tekanan kerja dan nyala api sesuai dengan kebutuhan.
3. Jangan mengarahkan api las pada orang lain dan atau benda mudah terbakar.
4. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
5. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E.Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan peralatan las oksi asetilena, baik alat utama, alat keselamatan dan kesehatan kerja maupun alat bantu.
2. Mempersiapkan bahan
    a. Pelat baja lunak, ukuran :
       120 x 30 x 3 mm, jumlah 1 buah.
       120 x 60 x 3 mm, jumlah 1 buah.
    b. Bahan pengisi baja lunak 2,0 mm, jumlah secukupnya
3. Membersihkan permukaan bahan dan menghilangkan sudut/ujung yang tajam.
4. memilih ukuran tip/mulut pembakar yang sesuai kemudian memasangnya pada pembakar
5. Mengatur tekanan kerja sesuai dengan jenis pembakar yang dipakai dan sesuai tekanan yang tertulis dalam manometer.
6. Mengatur bahan untuk membuat las, pembuatan las catat dilakukan pada posisi di bawah tangan
7. Menyalakan tip/mulut pembakar dan mengaturnya sehingga nyala netral.
   selanjutnya membuat las catat sebanyak 2 buah di tengah dan disalah satu ujung/tepinya.
8. Nyalakan tip/mulut pembakar dan atur nyalanya sehingga netral. Mulailah pengelasan dengan mengarahkan inti nyala pada ujung sebelah kanan kedua bahan yang akan disambung sampai keduanya mencair, kemudian masukkan bahan pengisi. Tambahkan bahan pengisi apabila di antara kedua bahan yang disambung sudah berpadu. Selesaikan penyambungan pertama ini dengan memperhatikan hal–hal sebagai berikut :

a. Gerakkan pembakar setengah melingkar.

b. Gerakkan bahan pengisi naik turun/keluar masuk, dari atas dan ke bawah cairan.

c. Sudut pembakar adalah 60^o – 70^o dan sudut samping adalah 45^o - 50^o.

d. Sudut bahan pengisi adalah 30^o – 40^o dan sudut samping atas adalah 45^o – 50^o

e. Tambahan bahan pengisi setelah cairan kedua bahan terpadu dan lebar jalur 4 mm – 6 mm .

f. Jarak ujung inti dengan permukaan yang disambung 2 mm – 3 mm

9. Kira-kira 15 mm sebelum mencapai akhir pengelasan, kurangi/perkecil sudut pembakar secara berangsur – angsur.
10. Setelah penyambungan pertama selesai konsultasikan/diskusikan hasilnya dengan guru.
11. Lanjutkan penyambungan berikutnya hingga dapat mencapai minimal 90% dari seluruh Kriteria yang diminta.
12. Bersihkan benda kerja yang sudah dihasilkan, kemudian serahkan kepada guru.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa penyebab terjadinya deformasi pada hasil las!
2. Apa yang harus dilakukan untuk mencegah deformasi!
3. Bagaimana melaksanakan pengelasan benda tipis yang panjang agar tidak terjadi deformasi?

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 8
Sambungan Tumpang

Nama Siswa : ....

1.Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 8 dilaksanakan.

Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$5^{\pm 1}$ mm				
2	Tinggi jalur	$2^{\pm 0,5}$ mm				
3	Bentuk jalur	rata atau cembung				
4	Sambungan jalur	rata $^{\pm 0,5}$				
5	Beda permukaan jalur	maksimum 1 mm				
6	Panjang *overlap* maksimum	5%				
7	Perpaduan minimum	minimum 95%				
8	Perubahan sudut	maksimum 5^0				
9	Terak dan percikan logam	0 (tidak ada)				
10	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/10)				

3. Penilaian Pengetahuan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan

No.	Aspek Penilaian	Nilai Perolehan
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 8			
No	Aspek Evaluasi	Nilai Perolehan*	
		Angka	Predikat
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...

Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:	**Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:**
Tanda Tangan Siswa:	**Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**
....	....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 9
Sambungan Pinggir

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 9, siswa mampumengelas sambungan pinggir/sisidengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena, pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Lebar jalur las $6^{\pm 1}$ mm
      2) Tinggi jalur $2^{\pm 0,5}$ mm
      3) Beda permukaan jalur maksimum 1 mm
      4) Perpaduan minimum 80%
      5) Terak dan percikan logam 0
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

Lakukan latihan membuat sambungan pinggir/sisidengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena!

1. Buatlah laporan hasil latihan!
2. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

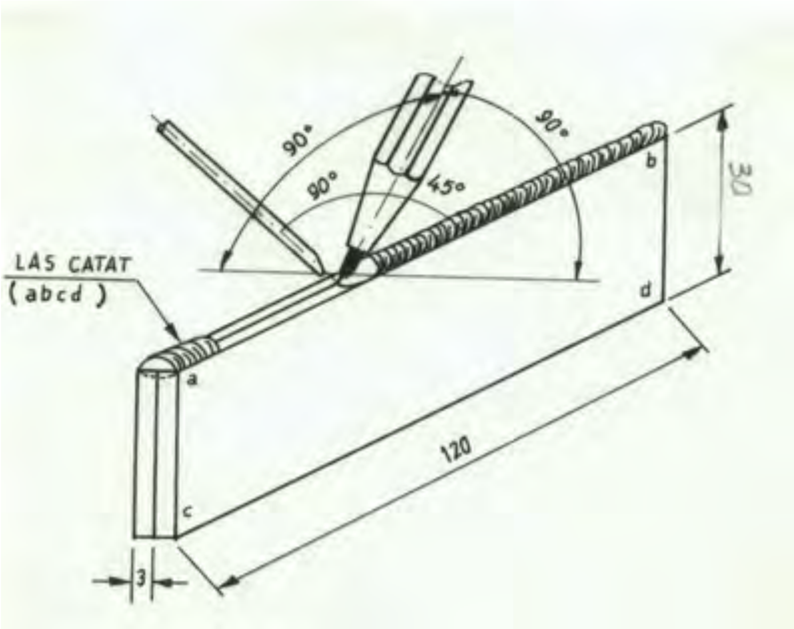
1. Alat
   a) Seperangkat peralatan las oksi asetilena
   b) Alat bantu pengelasan
   c) Alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja
   d) Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan
   a. Pelat baja lunak ukuran 120 × 30 × 3 mm (2 buah)
   b. Kawat las ∅ 3 mm

D.Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat–alat keselamatan dan kesehatan kerja
2. Gunakan tip/mulut pembakar yang sesuai dengan tebal bahan
3. Periksa kebocoran–kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
4. Hal–hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E. Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Siapkan benda kerja, ukuran sesuai dengan gambar kerja.
2. Pilihlah tip/mulut pembakar yang sesuai dan atur tekanan kerja hingga sesuai dengan kebutuhan pengelasan.
3. Perimpitkan bagian yang akan dilas dan kerjakan las catat pada ujung sambungan dengan tengahnya.
4. Peganglah pembakar pada posisi 60^0 – 70^0 dan kawat las pada posisi 30^0 – 40^0 terhadap permukaan benda kerja.
5. Nyalakan pembakar las dan atur nyala api hingga menjadi nyala netral
6. Panaskan bagian yang akan dilas mulai dari pinggir kanan hingga timbul kawah las.
7. Bila kawah las telah terjadi, masukkan kawat las hingga mencair dan berpadu dengan cairan bahan dasar.
8. Angkatlah kawat las, atur kawah las dengan nyala api sambil bergerak maju.
9. Masukkan dan angkat lagi, dan gerakkan kawat las naik-turun secara teratur sesuai dengan kecepatan mencairnya bahan dasar.
10. Saat menjelang akhir jalur kira-kira 15 mm turunkan perlahan-lahan sudut pembakar atau percepatan gerakan dengan tujuan menghindari terjadinya undercut pada akhir jalur.
11. Gerakkan pembakar dengan lurus.
12. Setelah selesai mengerjakan jalur terakhir, matikan api las, bersihkan benda kerja dengan sikat baja selanjutnya serahkan kepada guru.
13. Apabila Anda sudah menggunakan peralatan, tutup semua katup kemudian buang gas sisa yang ada pada selang dan bersihkan tempat kerja kemudian kembalikan alat-alat pada tempat yang telah disediakan

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jekaskan apa yang menjadi pertimbangan dalam memilih kampuh las?
2. Sebutkan dan gambarkan 5 kampuh tumpul!
3. Sebutkan dan gambarkan 4 kampuh sudut!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 9
Sambungan Pinggir

Nama Siswa : ....

1.Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/ Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
Jumlah Nilai						
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)						

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 9 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$6^{\pm 1}$ mm				
2	Tinggi jalur	$2^{\pm 0,5}$ mm				
3	Beda permukaan jalur	maksimum 1 mm				
4	Perpaduan minimum	minimum 80%				
5	Terak dan percikan logam	0 (tidak ada)				
6	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/6)				

3)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 9</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

....................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.

Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 10
Sambungan Sudut Luar

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 10, siswa mampumengelas sambungan sudut luar dengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena, pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukkan kriteria hasil:
        1) Lebar jalur las $6^{\pm 1}$ mm
        2) Tinggi jalur $2^{\pm 0,5}$ mm
        3) Beda permukaan jalur maksimum 1 mm
        4) Perpaduan minimum 80%
        5) Terak dan percikan logam 0
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan sudut luardengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

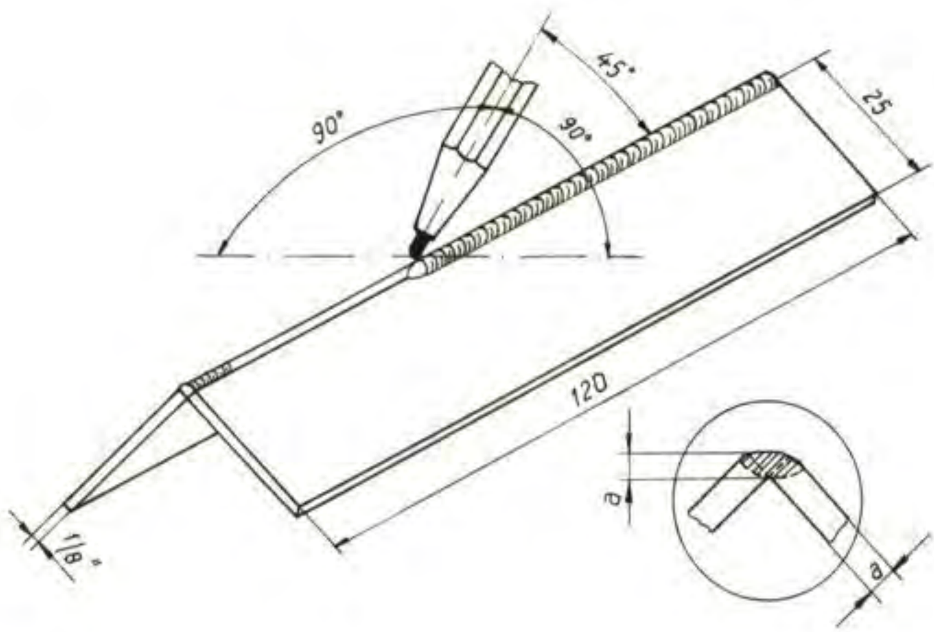
1. Alat:
    b. Seperangkat peralatan las oksi asetilena
    c. Alat bantu pengelasan
    d. Alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja
    e. Lembaran kerja/gambar kerja

2. Bahan:
    a. Pelat baja lunak ukuran 120 × 25 × 3 mm (2 buah)
    b. Kawat las ∅ 2 mm

D. Keselamatan Kerja

1. Pergunakan alat–alat keselamatan dan kesehatan kerja
2. Gunakan tip /mulut pembakar yang sesuai dengan tebal bahan
3. Periksa kebocoran–kebocoran gas sebelum memulai penyalaan
4. Hal–hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E.Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Siapkan benda kerja, ukuran sesuai dengan gambar kerja.
2. Pilih tip/mulut pembakar yang sesuai dan atur tekanan kerja hingga sesuai dengan kebutuhan pengelasan.
3. Rakitlah bahan yang akan dilas dengan menggunakan alat bantu untuk membentuk sudut luar dan kerjakan las catat pada ujung sambungan dengan tengahnya, jarak celah 1 – 2 mm.
4. Peganglah pembakar pada posisi 60^0 – 70^0 dan kawat las pada posisi 30^0 – 40^0 terhadap permukaan benda kerja.
5. Nyalakan pembakar las dan atur nyala api hingga menjadi nyala netral
6. Panaskan bagian yang akan dilas mulai dari pinggir kanan hingga timbul kawah las.
7. Bila kawah las telah terjadi, masukkan kawat las hingga mencair dan berpadu dengan cairan bahan dasar.
8. Angkatlah kawat las, atur kawah las dengan nyala api sambil bergerak maju.
9. Masukkan dan angkat lagi, dan gerakkan kawat las naik-turun secara teratur sesuai dengan kecepatan mencairnya bahan dasar.
10. Saat menjelang akhir jalur kira-kira 15 mm turunkan perlahan-lahan sudut pembakar atau percepatan gerakan dengan tujuan menghindari terjadinya *undercut* pada akhir jalur.
11. Gerakkan pembakar lurus
12. Setelah selesai mengerjakan jalur terakhir matikan api las, bersihkan benda kerja dengan sikat baja selanjutnya serahkan kepada guru.
13. Apabila anda sudah menggunakan peralatan, tutup semua katup kemudian buang gas sisa yang ada pada selang dan bersihkan tempat kerja kemudian kembalikan alat-alat pada tempat yang telah disediakan

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan fungsi alat las berikut ini:
    a. Generator las
    b. Tip brander
    c. Sikat baja
    d. Masker
2. Jika mengelas baja lunak, berapa derajat besar sudut pengelasan untuk pembakar terhadap permukaan benda kerja?

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 10
Sambungan Sudut Luar

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 10 dilaksanakan.

Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$6^{\pm1}$ mm				
2	Tinggi jalur	$2^{\pm0,5}$ mm				
3	Beda permukaan jalur	maksimum 1 mm				
4	Perpaduan minimum	minimum 80%				
5	Terak dan percikan logam	0 (tidak ada)				
6	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/6)				

4) Penilaian Pengetahuan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan

No.	Aspek Penilaian	Nilai Perolehan
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 10</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

...................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.

Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 11
Sambungan Sudut Dalam

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 11, siswamampu mengelas sambungan sudut bentuk Tdengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena, pada pelat baja karbon posisi di bawah tangan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukkan kriteria hasil:
        1) Lebar jalur las $5^{\pm 1}$ mm
        2) Tinggi jalur 3 mm
        3) Bentuk jalur rata atau cembung
        4) Sambungan jalur rata $^{\pm 0,5}$
        5) Beda permukaan jalur maksimum 1 mm
        6) Panjang *overlap* maksimum 5%
        7) Perpaduan minimum 95%
        8) Perubahan sudut maksimum 5^{0}
        9) Terak dan percikan logam 0
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan sudut bentuk Tdengan menggunakan proses pengelasan Oksi-asetilena!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C. Kebutuhan Alat dan Bahan

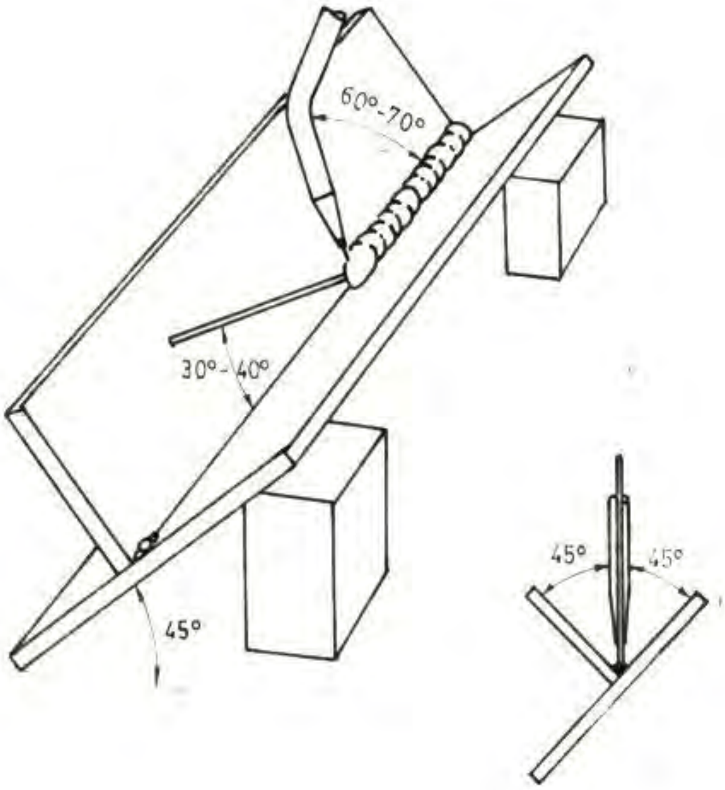
1. Alat
   a. Seperangkat peralatan las oksi asetilena
   b. Alat bantu pengelasan
   c. Alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja

2. Bahan
   a. Pelat baja lunak ukuran
      120 × 60 × 2 mm
      120 x 30 x 2 mm
   b. Kawat las,
      Jenis : Bahan baja lunak
      Ukuran ∅ 2 mm

D. Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat – alat keselamatan dan kesehatan kerja dengan benar.
2. Aturlah tekanan kerja dan nyala api sesuai dengan kebutuhan.
3. Jangan mengarahkan api las pada orang lain dan atau benda mudah terbakar.
4. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
5. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E.Gambar Kerja



F. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan peralatan las oksi asetilena, baik alat utama, alat keselamatan dan kesehatan kerja, maupun alat bantu.
2. Mempersiapkan bahan
   a. Pelat baja lunak, ukuran
      120 x 60 x 2 mm, jumlah 1 buah.
      120 x 30 x 2 mm, jumlah 1 buah.
   b. Bahan pengisi baja lunak 2,0 mm, jumlah secukupnya
3. Membersihkan permukaan bahan dan menghilangkan sudut/ujung yang tajam.
4. Memilih ukuran tip yang sesuai kemudian memasangnya pada pembakar
5. Mengatur tekanan kerja sesuai dengan jenis pembakar yang dipakai dan sesuai dengan tekanan yang tertulis dalam manometer

6. Mengatur bahan untuk membuat las, pembuatan las catat dilakukan pada posisi di bawah tangan
7. Menyalakan tip dan mengaturnya sehingga nyala netral.

   Selanjutnya membuat las catat sebanyak 2 buah di tengah dan di salah satu ujung/tepinya.
8. Nyalakan tip dan atur nyalanya sehingga netral. Mulailah pengelasan dengan mengarahkan inti nyala pada ujung sebelah kanan kedua bahan yang akan disambung sampai keduanya mencair, kemudian masukkan bahan pengisi. Tambahkan bahan pengisi apabila di antara kedua bahan yang disambung sudah berpadu. Selesaikan penyambungan pertama ini dengan memperhatikan hal – hal sebagai berikut :
   a. Gerakkan pembakar setengah melingkar
   b. Gerakkan bahan pengisi naik turun/keluar masuk dari dan kebawah cairan
   c. Sudut pembakar 60^o – 70^o dan sudut samping 45^o - 50^o
   d. Sudut bahan pengisi 30^o – 40^o dan sudut samping atas 45^o – 50^o
   e. Tambahan bahan pengisi setelah cairan kedua bahan terpadu dan lebar jalur 4 mm – 6 mm
   f. Jarak ujung inti dengan permukaan yang disambung 2 mm – 3 mm
9. Kira-kira 15 mm sebelum mencapai akhir pengelasan, kurangi/perkecil sudut pembakar secara berangsur–angsur
10. Setelah penyambungan pertama selesai, konsultasikan/diskusikan hasilnya dengan guru
11. Lanjutkan penyambungan berikutnya hingga dapat mencapai minimal 90% dari seluruh Kriteria yang diminta
12. Bersihkan benda kerja dan dihasilkan, kemudian serahkan kepada guru.

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Mengapa hasil pengelasan pada jenis las sambungan sudut hanya mengenai satu sisi benda kerja?
2. Apa yang menyebabkan benda kerja melenting setelah pengelasan?
3. Apa yang terjadi jika tip brander yang kita pilih terlalu kecil ukurannya?

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 11
Sambungan Sudut Dalam

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Alat bantu yang dipersiapkan	Alat tangan, air sabun kuas, dll disiapkan				
4	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
5	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 11 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Lebar jalur las	$5^{\pm 1}$ mm				
2	Tinggi jalur	$3^{\pm 0,5}$ mm				
3	Bentuk jalur	rata atau cembung				
4	Sambungan jalur	rata $^{\pm 0,5}$				
5	Beda permukaan jalur	maksimum 1 mm				
6	Panjang *overlap*	maksimum 5%				
7	Perpaduan	minimum 95%				
8	Perubahan sudut	maksimum 5^0				
9	Terak dan percikan logam	0 (tidak ada)				
10	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/7)				

5)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 11</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

....................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

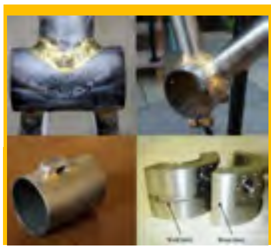
....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu



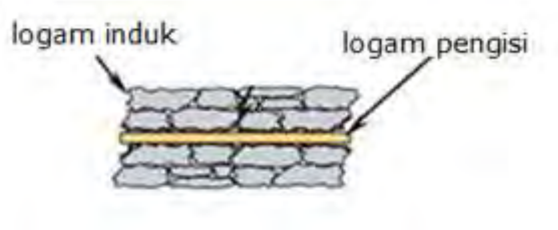
D. Sambungan Patri

1. Karakteristik Sambungan Patri

Selain pengelasan, proses penyambungan logam dapat dilakukan dengan proses pemanasan dibawah titik lebur bahan dasar yang akan disambungkan (dilekatkan), sehingga bahan dasar atau benda kerja tidak mengalami proses mencair/melebur.

Gambar 2. 112
Beberapa contoh sambungan patri, menyambung logam sejenis maupun berbeda jenisnya

Menyatunya dua benda kerja baik sejenis maupun berbeda, merekat kuat dengan menggunakan logam/bahanpengisi atau perekat, yang mencair pada saat pemanasan karena titik leburnya(logam pengisi)dibawah titik lebur bahan dasar/benda kerja. Bahan tambah atau bahan pengisi berupa logam non ferro atau paduan yang mempunyai titik cair diatas 800° C, tetapi lebih rendah dari titik cair logam dasar yang disambung.



Gambar 2. 113
Logam pengisi masuk ke ronga/ celah logam induk
Akibat efek kapileritas celah

Perekatan bahan Patri terjadi pada bidang patri, yaitu permukaan logam dasar yang akan disambungkan, antara dua bahan dasar. Pada permukaan logam dasar disalurkan banyak energi panas sehingga logam isi mulai meleleh, merambat masuk ke dalam celah pematrian dengan efek kapileritas celah, mengeras di bidang pematrian, dan mengikat erat badan dasar yang disambungkan. Ikatan erat yang terjadi ditimbulkan oleh adanya Adhesi (gaya tarik-menarik antara Patri dengan rongga atau pori-pori permukaan bahan dasar) yang menimbulkan terbentuknya ikatan antara logam isi dan logam dasar.

2. Persyaratan Kerja Patri

Agar diperoleh hasil ikatan yang baik pada pematrian, syarat yang harus dipenuhi dalam pekerjaan mematri, adalah :

a. Bidang Patri bersih. Pada bidang Patrian yang mengkilap, logam isi akan merambat dengan baik. Apabila bidang Patrian kotor, misalnya ada cat, karat, gemuk, kotoran, keringat tangan, dan lapisan oksid, maka akan berakibat penggelembungan logam isi yang cair dan menghalangi ikatan.

b. Menggunakan bahan pelumer (fluks). Bahan pelumer disalurkan sebelum dan selama proses pematrian. Gunanya untuk melarutkan lapisan oksid yang selalu ada pada permukaan bahan dasar dan bahan logam isi secara kimiawi, dan mengubahnya menjadi terak cair, juga mencegah pembentukan oksid baru selama pematrian.

c. Suhu pemanasan harus tetap. Suhu pemanasan harus sesuai dengan ketentuan jenis Patrinya. Jika suhu terlalu rendah, Logam pengisi cair akan membentuk butiran bola dan akan merembes. Jika suhu terlalu tinggi logam isi akan menguap. Suhu terendah pada bidang pematrian yang masih memungkinkan perembesan dan pengikatan logam isi cair disebut suhu *izerja*. Suhu kerja ini berada di bawah titik lebur bahan dasar.

d. Jarak celah dua logam induk. Besar celah penyambungan sangat menentukan kekuatan ikatan patri. Celah pematrian hendaknya dibuat sempit, agar didapat efek isap yang baik oleh celah dan pori-pori bahan

dasar. Semakin encer Patri, harus semakin sempit pula celah. Patri dari tembaga dan perak yang encer menuntut celah yang lebih sempit dibanding yang dibutuhkan oleh kuningan dan logam pengisi lunak yang kental.

3. Jenis Pematrian

Jenis pematrian dibedakan berdasar jenis bahan tambah/logam penyambung. Logam penyambung sendiri digunakan tergantung pada jenis bahan induk yang akan disambung, proses patri keras yang dikehendaki dan tebal bahan logam induknya.

Gambar 2.114
Macam bentuk logam pengisi
(Gulungan kawat, plat strip, batang, ring)

Secara umum pekerjaan pematrian dibedakan menjadi pematrian lunak dan pematrian keras.

a. Patri lunak(*braze welding*).

Patri lunak adalah proses pematrian yang menggunakan bahan tambah dari logam lunak, logam cair ini harus mencair pada suhu di bawah 450°C. Pematrian ini diterapkan apabila diperlukan jalur sambungan yang kedap,-tidak terlalu pejal, dantidak untuk menerima suhu yang tinggi.Logam penyambung pada patri lunakyang digunakan dikelompokkan menjadi menjadi tiga yaitu :

A : Patri lunak timbel - timah dan timah - timbel

B : Patri lunak timah - timbel dengan tambahan tembaga atau perak.

C : Patri lunak istimewa.

Pada skema penyolderan di atas terlihat cairan timah sebagai bahan tambah bereaksi dengan bahan dasar membentuk suatu ikatan. Pemanasan pada daerah sambungan harus dilakukan secara merata,agar cairan patri dapat rata masuk pada celah – celah sambungan. Pada skema penyolderan di atas terlihat cairan timah sebagai bahan tambah bereaksi dengan bahan dasar membentuk suatu ikatan. Celahatau jarak antara bahan plat yang disambung berkisar antara 0,08 –0,13 mm. penyempitan celah ini bertujuan agar cairan patri dapatditarik oleh gaya kapiler untuk membasahi sisi–sisi pelat yang akandisambung.

Penggolongan patri lunak berdasarkan temperatur yang digunakan untuk proses penyolderan. Temperatur yang digunakan patrilunak ini berkisar di bawah 450ºC.Penggunaan patri lunak biasanya untuk konstruksisambungan yang tidak membutuhkan kekuatan tarik yangtinggi, tetapi dititik beratkan pada kerapatan sambungan.Fluks yang digunakan dari berbagai macam jenis sesuai dengan bahan atau material yang disambung. Pada tabel2.8 berikut ini dapat dilihat berbagai macam jenis fluks dan penggunaannya.

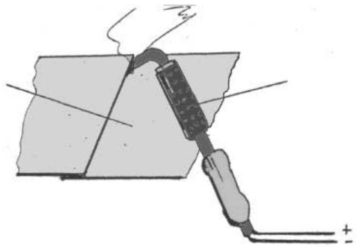
Tabel 2.8

Jenis Fluks Dan Penggunaannya

No	Bahan	Fluks
1	Brass	Zinc Chloride atau Amonium Chloride
2	Copper	Zinc Chloride atau Amonium Chloride
3	Gun Metal	Zinc Chloride atau Amonium Chloride
4	Steel	Zinc Chloride atau Amonium Chloride
5	Britania Metal	T Allow atau Olive Oli
6	Pewter	T Allow atau Olive Oli
7	Lead	T Allow atau Resin
8	Tin Plate	Zinc Chlorric
9	Galvanised Iron	Dilute Hydrochloride Acid
10	Zinc	
11	Elektrical Join	Resin atau Fluxite

Panas yang dibutuhkan untuk penyolderan dengan temperatur rendah ini dapat diperoleh dari beberapa sistem pemanasan diantaranya:

a) Sistem pemanasan menggunakan arus listrik sebagai sumber panas penyolderan.



Gambar 2.116 Sistem pemanasan listrik

b) Sistem pemanas gas LPG

Gambar 2.117 Sistem pemanasan gas

c) Sistem pemanas arang kayu

Gambar 2.118 Sistem pemanas gas LPG

Kepala patri yang digunakan pada sistem pemanas LPG dan arang kayu ini adalah sama, seperti terlihat pada gambar di bawah. Tetapi dewasa ini

penggunaan kedua sistem pemanas ini kurang digunakan. Penggunaan patri listrik lebih banyak digunakan, sebab peralatan patri listrik yang digunakan lebih praktis. Proses penyolderan dan komposisi patri lunak ini dapat dilihat pada tabel 2.9 berikut :

Tabel 2.9

Komposisi PatriLunak

No	Solder	Komposisi solder lunak				
		Lead	Tin	Bismuth	Antimony	Titik lebur
1	Blow Pipe	34,5	65	-	0,5	183^0 C
2	Tinman's	48	50		2	205^0 C
3	Plumber's	66	34			250^0 C
4	Pewterer's	25	25	50		96^0 C

Proses penyolderan ini dilakukan dengan beberapa langkah pengerjaan sebagai berikut :

1) Persiapkan peralatan patri serta membersihkan bahan yang akan dipatri. Batang patri selanjutnya dipanaskan pada tungku pemanas atau dengan listrik.
2) Daerah bahan yang akan dipatri dibersihkan dengan mengoleskan fluks.
3) Setelah kepala patri panas, letakkan di atas bahan yang akan dipatri, agar panas merata seluruhnya.
4) Oleskanlah fluks dan bahan tambah pada daerah yang akan disambung dengan menggunakan kepala patri yang panas. Sampai merata pada seluruh daerah bahan yang disambung
5) Hasil penyolderan yang baik dapat dilihat pada gambar di sebelah. Terlihat bahan tambah masuk kecelah –celah sambungan.

b. Patri keras(*Brazing*).

Pada patri keras Logam penyambung patri mencair pada suhu di atas 450°C. Patri keras diterapkan apabila diinginkan ikatan yang lebih kokoh dan tahan terhadap suhu tinggi bila dibanding dengan ikatan Patri ringan.

Pada patri keras (*brazing*) dengan kuningan dan atau perak yang perlu diperhatikan adalah adanya pemilihan bahan yang sesuai seperti pemilihan fluks (bahan pelumer).

Tabel 2.10

Komposisi Patri Keras

No	Solder	Komposisi solder keras					
		Silver	Copper	Zinc	Cana-dium	Titik lebur	Fluks
1	B.S Gade A	61	29	10	-	735^0 C	Tenacity
2	B.S Gade B	43	37	20	-	780^0 C	Tenacity
3	B.S Gade C	50	15	16	19	630^0 C	Easy flo
4	Soft Selter B.S Grade B	-	50	50	-	880^0 C	Borax
5	Med. Spelter B.S Grade A	-	54	46	-	885^0 C	Borax
6	Hard Spelter B.S Grade AA	-	60	40	-	890^0 C	borax

(B.S = British Standar)

Proses pematriankeras menggunakan bahan penyambung dari logam yang lebih keras seperti perak, kuningan, tembaga. Bahan penyambung dari tembaga dan perak adalah yang lebih banyak pemakaiannya, beberapa diantaranya:

1) Patri keras tembaga

   Patri keras ini menggunakan tembaga yang terbuat dari tembaga tungku lebur (FCu) dan (SF-Cu).Sifatnya sangat mudah dibentuk, menghasilkan jalur sambungan yang kedap, tahan asam, karat, dan suhu.Pemakaiannya: mematri celah sambungan antara baja dan baja. Bahan pelumer (fluks) yang cocok adalah FSH3.

2) Patri keras tembaga - timah (Patri perunggu)

   Terbuat dari tembaga dan timah dengan sedikit fospor, pemakaiannya untuk pematrian keras pipa baja.Bahan pelumer yang cocok: FSH3.

3) Patri keras tembaga - seng (Patri kuningan)

   Terbuat dari tembaga dan seng dengan sedikitcampuran silisium, timah, mangan, dan besi. Untuk keperluan khusus, ada juga yang dicampur perak dan nikel. Sifatnya memiliki daya regang tinggi, kekuatan

batasmenengah, kekerasan rendah, dan merupakan bahanPatri keras yang paling banyak dipakai.Pemakaian patri ini untuk macam-macam celah dan celah sambungan. Bahan pelumer yang cocok: FSH2, tapi bahan pelumer initidak cocok untuk pematrian logam keras.

4) Patri keras tembaga - nikel – seng

   Terbuat dari tembaga, nikel, dan seng dengan sedikitsisipan silisium.Sifatnya menghasilkan sambungan berkekuatan panas, kekuatan tarik tinggi hingga 800 N/mm. Pemakaian untuk pematrian celah (0,5-0,3 mm) danpematrian celah sambungan baja, nikel, paduan nikel,besi tuang.Bahan pelumer yang cocok adalah FSH2.

5) Bahan Patri keras perak

   Patri keras perak distandarisasikan terdiri atastembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel(Ni), dan lain-lain. Beberapa jenis ada yang mengandungkadnium (Cd) untuk menurunkan titik lebur. Makin tinggikandungan Cd, makin rendah suhu kerja Patri. Suhu kerjapaling rendah 610°C dimiliki jenis Patri L-Ag 40 Cd. Sifat dari Patri perak ini adalahsangat encer dan mengalir dengan kecepatan tinggi kedalam celah,jalur hasil penyambungan sangat kuat, liat, tahan karat,dan putih,- dengan memperhatikan sifat jenis Patri ini, Patri perakcocok untuk pematrian keras berbagai logam berat.

4. Bahan Pelumer (fluks)

Flux (Fluksi)berfungsi untuk membantu melancarkan aliran bahan tambah masuk ke celah logam induk, membersihkan permukaan yang disambung terutama lapisan oksida , dan mencegah terjadinya oksidasi dengan udara luar selama proses patri keras berlangsung

Dalam proses pematrian bahan pelumer (fluks) dapat berbentuk cair, tepung atau pasta, bahan ini sangat diperlukan dan digunakan dengan diberikan/disalurkan sebelum dan selama proses pematrian. Gunanya untuk melarutkan lapisan oksid yang selalu ada pada per mukaan bahan dasar dan bahan Patri secara kimiawi, dan mengubahnya menjadi terak cair, juga mencegah pembentukan oksid baru selama penvolderan. Suhu pemanasan dan

besar celah harus tetap, oleh sebab itu perlu dicek ketika proses pematrian berlangsung. Penggunaan fluks yang tepat adalah :

a. Fluks harus dapat mengatasi oksid pada awal dan selama proses pematrian.
b. Fluks dapat ditambah air murni hingga berbentuk pasta dan dapat dicatkan pada permukaan yang akan disambung. Pematrian dilakukan saat fluks masih lembab. Pemakaian fluks dapat juga dilakukan dengan cara mencelupkan bahan tambah yang masih panas pada fluks.

Gambar 2. 2.119 Bahan Pelumer (fluks)

Untuk menghasilkan sambungan yang baik, perlu diperhatikan bahwa fluks-fluks untuk pengelasan satu logam tidak boleh digunakan untuk logam lain. Jadi, dalam memilih fluks, yang perlu diperhatikan jenis logam yang disambung, jenis proses penyambungan Patriing atau brazing) dan suhu penyambungan. Beberapa perusahaan produsen fluks telah memberikan kode singkat sebagai berikut:

F = bahan pembersih fluks
S = untuk logam berat
L = untuk logam ringan
W = untuk Patriing

H = untuk brazing

Gambar 2. 120
Fluks berbentuk pasta dan serbuk

PERHATIKAN

Bahan Pelumer (fluks) adalah bahan yang berbahaya

Borax – boric acid, digunakan untuk temperatur kerja diatas 750° C, terutama digunakan untuk brazing

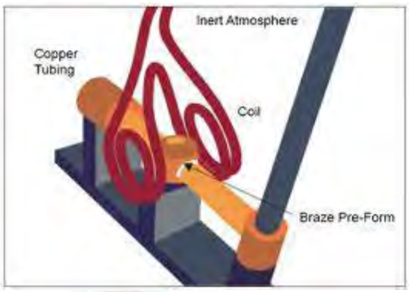
Tipe Flouborate, digunakan untuk temperatur kerja antara 600° C – 810° C, digunakan untuk silver brazing.

Chloride dan alkali flouride, digunakan untuk patri keras aluminium

5. Peralatan Patri

Dalam proses pematrian diperlukan beberapa peralatan yang dapat digunakan untuk penyambungan suatu logam. Peralatan yang diperlukan antara lain alat utama seperti pembakar, sebagai sumber panas dapat diperoleh dari bermacam alat pembakar diantaranya ditunjukkan gambar berikut. Pemantik, Kaca mata pengaman, batu tahan api, pembersih tip dan meja kerja.

Gambar 2. 121
Pembakar untuk patri lunak



Gambar 2. 122
Pembakar coil untuk patri keras

Gambar 2. 123
Pembakar dengan alat las OAW untuk patri keras

Gambar 2. 124
Pembakar dengan tabung kecil untuk patri keras

Gambar 2.125
Brander/torch dengan ujung pembakar tip berbagai bentuk

Gambar 2.126
Kaca mata , Pemantik dan pembersih tip

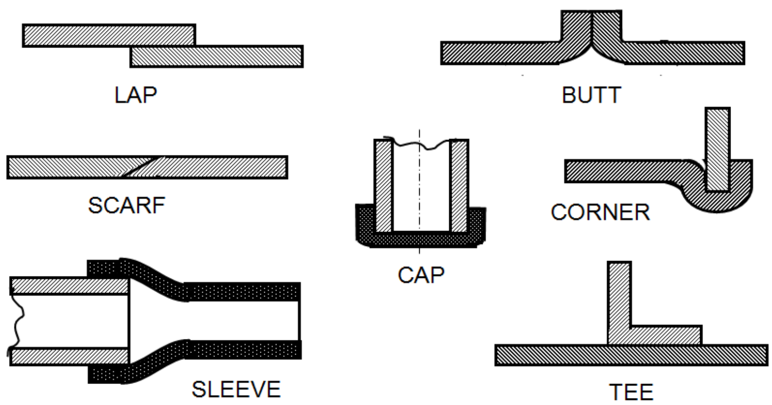
Gambar 2.127Batu tahan api

Gambar 2.128
Meja kerja dengan penghisap gas

Selain alat utama digunakan juga perlengkapan keselamatan kerja perlu disiapkan ketika akan melakukan pematrian, antara lain baju praktik, masker, helm kacamata pengaman, dan sarung tangan. Alat Pemegang Atau Penyangga, digunakan untuk melakukan seting benda kerja. Dengan alat pemegang atau penyangga ini diusahakan benda kerja selalu disangga selama proses pematrian atau menggunakan pemegang sehingga benda kerja tidak bergeser dari posisinya selama bahan tambah belum membeku. Serta alat perkakas tangan untuk membantu dalam proses pekerjaan.

6. Bentuk Kampuh/Sambunga

Kampuh yang dapat dipergunakan pada pematrian dapat berupa sambungan tumpang, sambungan lurus, sambungan tumpul dan flens. Beberapa bentuk kampuh ditunjukan pada gambar berikut.



Gambar 2. 129
Jenis kampuh pematrian

HAL YANG PERLU DIHINDARI
DALAM PEMATRIAN

1. Pemakaian komposisi atau takaran bahan yang tidak sesuai, hal ini dapat mengakibatkan hasil patri tidak sempurna.
2. Pemakain fluks secara sembarangan, tidak sesuai dengan jenisnya, dimana dapat mengakibatkan sambungan kurang baik.
3. Panas yang berlebihan, karena dapat menghambat proses pematrian, dimana logam mengalir tidak lancar dan akan menimbulkan bintik-bintik.
4. Membiarkan hasil patri tidak dibersihkan dalam waktu lama, hal ini mengakibatkan kotoran yang menempel pada benda yang habis dipatri akan tetap melekat, dan susah dibersihkan jika terlalu lama didiamkan bahkan bisa mengeras.

7.Prosedur Pematrian

1) Area Kerja.

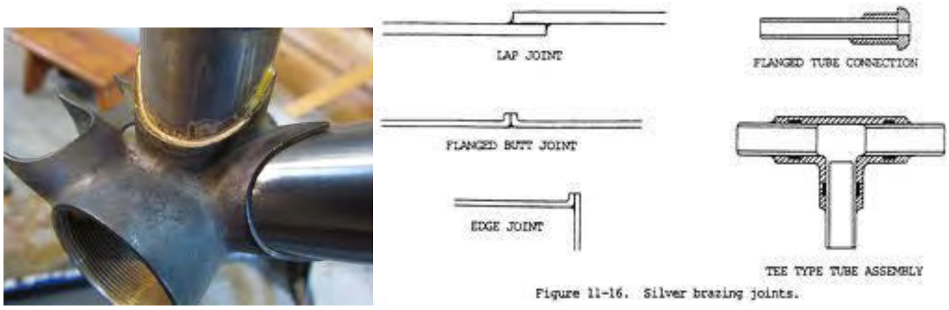
   Pada pekerjaan pematrian, tempat kerja harus memiliki sirkulasi udara yang baik agar uap yang dihasilkan akibat pemanasan tidak terhirup.

2) Alat Pelindung diri

   Gunakan alat pelindung diri yang mencukupi pekerjaan ini, seperti penggunaan kaca mata pengaman, masker, sarung tangan kulit, apron, pakaian kerja dan sepatu kerja.

3) Kampuh

   Kampuh dibuat sesuai bentuk benda yang dipatri, diupayakan bidang patri seluas mungkin agar hasil patri lebih kokoh.



Gambar 2.130
Pembuatan kampuh diupayakan memperbesar bidang patri

4) Membersihkan Benda Kerja.

Sebelum dilakukan penyambungan, pemakaian benda kerja harus dibersihkan dan diberikan bahan pembersih(fluks) dengan merata. Pemberian fluk yang tidak rata dapat mengakibatkan hasil patri jelek.Pembersihan sebelum dipatri keras dapat dilakukan dengan cara mekanik (misalnya digerinda, kikir, sikat kawat, pasir). Cara kimia dengan dicelupkan dalam larutan sulpharic atau nitricacid, untuk membersihkan kotoran gemuk, dapat dibersihkan dengan larutan carbon tetra chloride atau trisodium phosphate.

Gambar 2.131
Benda kerja kotor menghasilkan patrian yang tidak beraturan

5) Pemakaian fluk

Pakailah flux dengan cara yang benar sesuai dengan petunjuk yang terdapat pada bungkus flux.Cara pemakaian fluk Powder/tepung dengan ditaburkan pada permukaan yang disambung atau Kawat las dipanaskan kemudian dicelupkan dalam fluksi. Untuk fluk pasta dilakukan dengan

ditempel pada permukaan yang disambung, sedangkan yang cair dipoleskan pada benda kerja dan kawat las kemudian dipanaskan

6) Pemakaian Bahan Pengisi/logam tambah.

Bahan pengisi jangan dimasukkan ke sisi-sisi sambungan. Jatuhkan lelehan bahan pengisi ke atas sambungan yang telah diberi fluks. Bila bahan pengisi setelah menempel pada sambungan berbentuk bola, berarti suhunya masih rendah. Kalau terjadi seperti itu, teruskan pemanasan sampai bahan tambah mengalir seperti air di atas kaca bersih.Logam pengisi yang disisipkan, dibentuk sesuai dengan bentuk bidang permukaan sambungan.

7) Pemanasan.

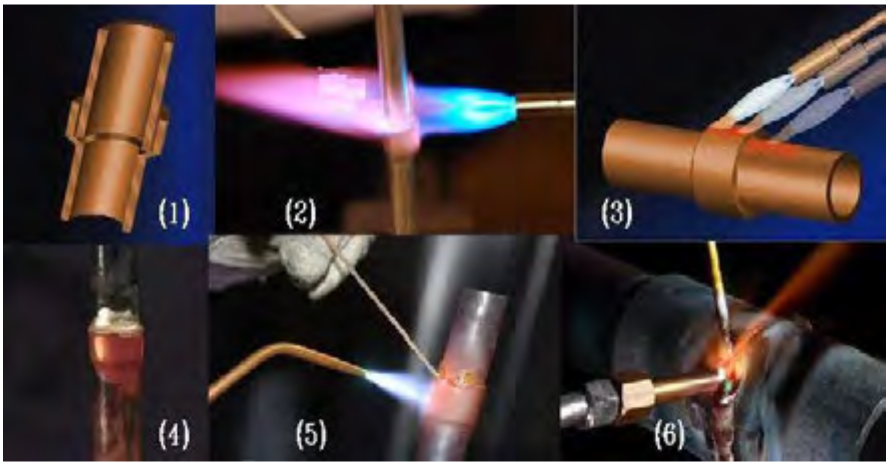
(a) Pemanasan dapat dilakukan dengan pembakar las oksi-asetilena ataualat pembakar lainnya.Untuk patri keras stainles steel, gunakan nyala api netral. Sedangkan untuk logam lainnya, gunakan nyala api karburasi.

Gambar 2. 132 Pemansan awal

(b) Bila diperlukan pemanasan awal gunakan nyala luar, atur jarak inti nyala (± 25 mm diatas permukaan benda kerja).

(c) Untuk menghasilkan pemaduan bahan pengisi yang baik, suhu pemanasan/suhu brazing harus tercapai dengan benar. Cara mengetahui suhu brazing dilakukan dengan cara memoleskan/taburkan flux pada benda kerja kemudian panaskan, flux akan menguap dan yang tertinggal bentuk padat. Bila flux yang berbentuk padat telah mencair dan menutup permukaan yang akan disambung, maka benda telah mencapai suhu brazing.

(d) Pengisian bahan tambah (proses pematrian) Celupkan/poleskan kawat las dengan flux dan gunakan kawat las pada tempat yang telah dipanaskan.Arahkan langsung nyala api pada lokasi penyambungan dimana bahan tambah akan mengalir.Bahan tambah akan mencair dan cairan akan ditarik kearah panas. Gunakan lebih banyak bahan tambah sehingga bagian yang disambung terisi.Pengisian bahan tambah (proses pematrian).Pengisian bahan tambah menunggu bila bahan dasar telah mencapai suhu mematri keras/suhu brazing.



Gambar 2. 133 Langkah mematri:
(1) Penentuan kampuh,
(2) Pemanasan awal,
(3) Pemanasan diupayakan merata
(4) Pemberian fluk merata
(5) Posisi pematrian dikondisikan agar bahan tambah mengalir
(6) Bahan tambah diratakan/rapihkan

Untuk patri lunak Ujung Brander atau tip digerakkan melingkar-lingkar dan api bagian luarnya saja yang mengenai benda kerja. Bila ketebalan pelat tidak sama, maka pelat yang tebal harus

diberikan panas yang lebih dibanding bahan yang tipisnya, ini dimaksudkan agar suhu pemanasan kedua benda tersebut dapat tercapai bersamaan. Hindarkan panas yang berlebihan, karena akan berakibat logam bertambah tidak mengalir lancar dan akan menimbulkan bintik bintik.

(e) Untuk patri keras, nyala api pemanasan harus dikenakan pada logam induk, bukan langsung pada bagian sambungan . Bila pemanasan langsung pada sambungan dan bahan tambah sekaligus, maka bahan tambah akan meleleh sebelum sambungan mencapai suhu pematrian. Kesalahan ini akan berakibat daya lekat pematrian kurang kuat. Kedua bagian yang akan disambung harus mencapai suhu pematrian dalam waktu yang bersamaan karenanya bagian yang tebal harus diberikan panas yang lebih daripada bagian yang tipis.

(f) Pemanasan dari luar selalu berakibat celah akan membesar, sebab bagian luar mengembang lebih besar daripada yang di dalam. Sebaliknya pemanasan dari dalam akan memperkecil celah, karena bagian dalam memuai lebih besar daripada yang di luar. Dengan cara ini, pemanasan akan merambat dengan baik ke sambungan.

8) Proses Penyambungan

Gambar 2. 134
Penyambungan patri dengan torch dan pemanas coil

Dalam menyabung/mematri dengan kuningan dan atau perak yang perlu diperhatikan antara lain :

(a) Sambungan mempunyai kampuh (celah) yang sesuai (cocok), hasil pematrian atau brazing akan meningkat kekuatannya jika celah sambungan kecil dan rata. Cairan logam pengisi harus mengisi celah dengan kekuatan kapilernya.

(b) Sambungan mempunyai permukaan yang bersih. Permukaan yang akan disambung harus bersih dan bebas dari lapisan oksid, oli, gemuk dan lainnya harus dicuci atau dibersihkan dengan bahan pelarut atau pembersih lainnya. Bersihkan permukaan dari oksid dengan ampelas,sikat baja, benang baja, dan lain-lain. Pembersihan harus dilakukan sebelum proses penyambungan dimulai.

(c) Pemasangan/Penyusunan benda kerja Susunlah bagian-bagian yang akan disambung sedemikian rupa sehingga dalam pengerjaannya kedudukan benda kerja tidak berubah (terutama untuk benda-benda yang kecil), misal dengan diklem, diikat dengan kawat.

9) Pembersihan Hasil Patri.

Setelah penyambungan selesai, sisa bahan pembersih diluar daerah yang dipatri atau dibrazing harus dibersihkan hindari bahan pembersih mengenai kulit tubuh.Fluks yang tertinggal dapat dihilangkan dengan mudah memakai air panas, celupkan benda kerja yang panas kedalam air atau menyikatnya dengan sikat basah. Pada pematrian keras yang luas, pembersihan sering dilakukan dengan digosok.

Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PATRI KERAS

Informasi

Setelah mempelajari materi pengelasan dengan las oksi asitelin, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan pengelasan dengan proses las oksi asitelin. Pada kegiatan latihan ini, perhatikan hal-hal berikut ini:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan disusun secara berurutan, dan setiap siswa harus secara bertahap menyelesaikan pekerjaan, dan berpindah/memulai pekerjaan berikutnya atas ijin/pengawasan guru. Materi latihan terdiri dari:

   Latihan 12: Membuat Sambungan Las Tumpang
   Latihan 13: Membuat Sambungan Pipa
   Latihan 14: Membuat Sambungan Plat dan Pipa
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Latihan 12
Membuat Sambungan Las Tumpang Dengan Patri Keras Kuningan

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 12, siswa mampumembuat sambungan tumpang dua logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Benda kerja tidak mengalami deformasi
      2) Bahan tambah/kuningan dipatrikan dengan rapih
      3) Sambungan dua logam kokoh
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan tumpang dua logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

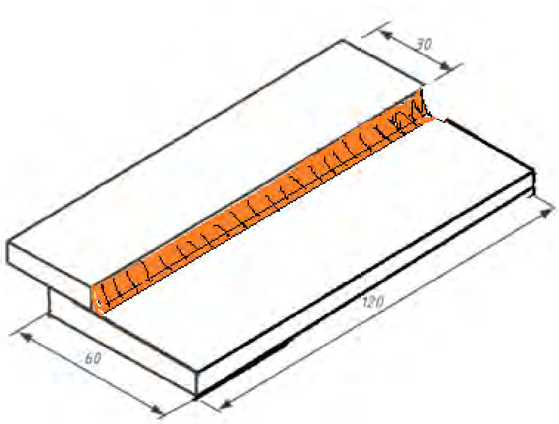
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Seperangkat Las oksi-asetilena
   b. Perkakas tangan (obeng, gergaji besi, kunci ingeris, kunci pas, pisau)
   c. Kuas atau busa spon
   d. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2. Bahan
   a. Pelat baja lunak ukuran 120 × 30 × 3 mm (1 buah) dan ukuran 120 x 60 x 3 mm (1 buah)
   b. Kawat patri,Jenis bahan kuningan Ukuran ∅ 3 mm
   c. Fluks jenis borak

D.Keselamatan Kerja

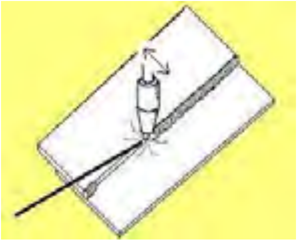
1. Gunakan alat – alat keselamatan kerja dan kesehatan kerja dengan benar
2. Aturlah tekanan kerja dan nyala api sesuai dengan kebutuhan.
3. Jangan mengarahkan api patri pada orang lain dan atau benda mudah terbakar.
4. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
5. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja



F. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan peralatan las oksi asetilena; alat utama, alat keselamatan dan kesehatan kerja dan alat bantu.
2. Mempersiapkan bahan
   a. Pelat baja lunak, ukuran 120 x 30 x 3 mm, jumlah 1 buah. dan 120 x 60 x 3 mm, jumlah 1 buah.
   b. Bahan pengisi kawat kuningan 2,0 mm, jumlah secukupnya
   c. Serbuk borak dalam wadah secukupnya
3. Membersihkan permukaan bahan dan menghilangkan sudut/ujung yang tajam.
4. memilih ukuran tip/mulut pembakar yang sesuai kemudian memasangnya pada pembakar
5. Mengatur tekanan kerja sesuai dengan jenis pemababakar yang dipakai dan sesuai tekanan yang tertulis dalam manometer
6. Mengatur bahan untuk membuat patri, gunakan tang jepit atau clam dan posisikan agar dapat dipatri pada posisi di bawah tangan
7. Menyiapkan kawat kuningan dan borak
8. Menyalakan tip/mulut pembakar dan mengaturnya sehingga nyala netral.
9. Mulailah pematrian dengan mengarahkan inti nyala pada ujung sebelah kanan kedua bahan yang akan disambung sampai keduanya membara.
10. Masukkan bahan pengisi yang telah dimasukan ke fliks .
11. Selesaikan penyambungan pertama ini dengan memperhatikan hal–hal sebagai berikut:
    a. Gerakkan pembakar ke arah dalam bagian sambungan tumpang agar cairan bahan tambah masuk ke pori/celah sambungan

    b. Sudut pembakar adalah 60^o – 70^o dan sudut samping adalah 45^o - 50^o
    c. Sudut bahan pengisi adalah 30^o – 40^o dan sudut samping atas adalah 45^o – 50^o
    d. Tambahan bahan pengisi jika nampak kurang
    e. Jarak ujung inti dengan permukaan yang disambung 2 mm – 3 mm

12. Kira-kira 15 mm sebelum mencapai akhir pematrian, kurangi/perkecil sudut pembakar secara berangsur – angsur
13. Setelah penyambungan selesai konsultasikan/diskusikan hasilnya dengan guru
14. Bersihkan benda kerja yang sudah dihasilkan, kemudian serahkan kepada guru.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jenis nyala api apa yang digunakan pada saat mematri keras kuningan?
2. Apa manfaat pemanasan awal pada benda kerja saat pematrian?
3. Apa yang terjadi jika fluks tidak tersebar merata pada benda kerja?
4. Jelaskan pengertian brazing!
5. Sebutkan alat utama brazing!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 12
Membuat Sambungan Las Tumpang Dengan Patri Keras Kuningan

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan APD/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	**Penilaian Keterampilan**					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 12 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Benda kerja	Tidak mengalami deformasi				
2	Bahan tambah/kuningan	Dipatrikan dengan rapih				
3	Sambungan dua logam	Kokoh				
4	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 12			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **..................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 13
Membuat Sambungan Pipa Dengan Patri Keras Kuningan

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 13, siswa mampumembuat sambungan pipa dua logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Benda kerja tidak mengalami deformasi
      2) Bahan tambah/kuningan dipatrikan dengan rapih
      3) Sambungan dua logam kokoh
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan pipa dari dua logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!

3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

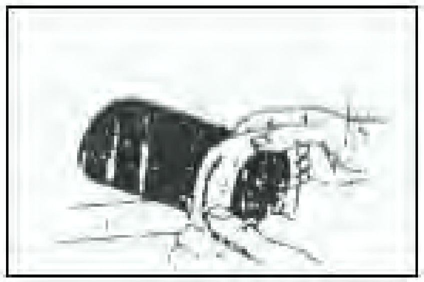
1. Alat
   a. Seperangkat Las oksi-asetilena
   b. Perkakas tangan (obeng, gergaji besi, kunci Inggeris, kunci pas, pisau)
   c. Kuas atau busa spon
   d. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
   e. Cekam, ragum
2. Bahan
   a. Pipa baja lunak ukuran diameter ½ in panjang 10 cm
   b. Sambungan L pipa diameter dalam ½ in
   c. Kawat patri,Jenis bahan kuningan Ukuran ∅ 3 mm
   d. Fluks jenis borak

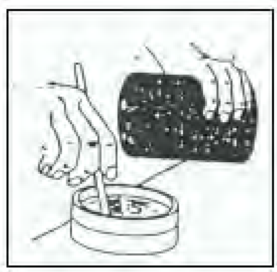
D.Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat – alat keselamatan dan kesehatan kerja dengan benar
2. Aturlah tekanan kerja dan nyala api sesuai dengan kebutuhan.
3. Jangan mengarahkan api patri pada orang lain dan atau benda mudah terbakar.
4. Periksa kebocoran – kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
5. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja

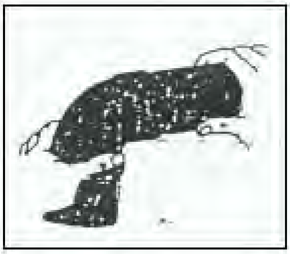
1. Bersihkanlah kedua ujung bagian pipa yang akan disambung dari kotoran baikitu oli dan kotoran lainnya dengan menggunakan kertas ampelas dan kain kering, seperti gambar berikut ini.



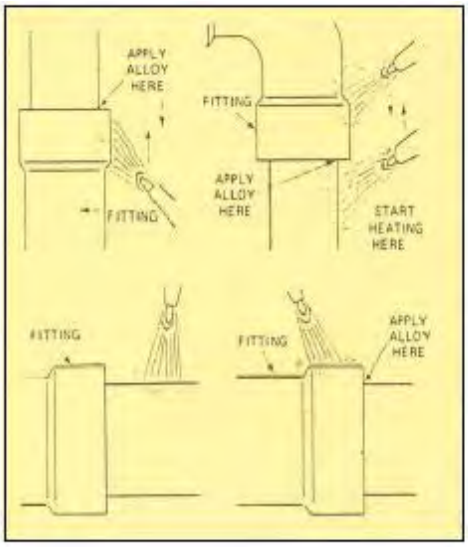


2. Ujung pipa yang telah dibersihkan tadi taburlah dengan borak/fluks yang sesuai dengan jenis bahan tambah/kawat las yang akan dipergunakan.

3. Masukanlah ujung pipa yang telah dilabur tadi ke dalam lubang pipa yang satunya (*socket*) secara tepat dan benar-benar lurus seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut.



4. Lakukan pengelasan dengan nyala api yang sesuai. Untuk penyambungan pipa digunakan nyala netral (*netral flame*), adapun cara pemanasannya dimana nyala apinya jangan terlalu dekat dengan benda yang akan di las kira-kira1 s.d. 2 cm dengan sudut kemiringan kira-kira 30 s.d. 40 derajat dari benda kerja.
5. Lakukanlah pemanasan yang merata pada semua bidang. Jika pemanasannya sudah merata (ditandai perubahan warna pipa menjadi berpijar kemerah-merahan) berilah bahan tambah pada salah satu titik saja ditepi sambungan. Dimana jika pemanasannya baik maka bahan tambah tadiakan mengalir ke seluruh bidang yang akan dilas.



6. Fluks yang telah dilaburkan pada permukaan ujung pipa yang akan di las tidak boleh terkena nyala api (*flame*) secara langsung, dan dipergunakan nyala apidengan suhu yang rendah dengan menggunakan pipa hembus yang kecil. Ataupembakarnya bisa diganti dengan menggunakan Brander torch.

7. Setelah selesai pengelasan dinginkan pipa dengan menggunakan kain basah danbersihkanlah dengan menggunakan kain lap

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan prinsip penyambungan patri!
2. Jelaskan perbedaan patri keras dan patri lunak!
3. Sebutkan macam macam patri keras!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 13
Membuat Sambungan Pipa
Dengan Patri Keras Kuningan

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan APD/Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 13 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Benda kerja	Tidak mengalami deformasi				
2	Bahan tambah/kuningan	Dipatrikan dengan rapih				
3	Sambungan dua logam	Kokoh				
4	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

3. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 13			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 14
Membuat Sambungan Plat dan Pipa Dengan Patri Keras Kuningan

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 14, siswa mampumembuat sambungan Plat dan Pipa dua logam dari logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukkan kriteria hasil:
        1) Benda kerja tidak mengalami deformasi
        2) Bahan tambah/kuningan dipatrikan dengan rapih
        3) Sambungan dua logam kokoh
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan latihan membuat sambungan Plat dan Pipa dari dua logam sejenis atau berlainan jenis logam dengan cara patri keras kuningan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian Review!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Seperangkat Las oksi-asetilena
   b. Perkakas tangan (obeng, gergaji besi, kunci Inggeris, kunci pas, pisau)
   c. Kuas atau busa spon
   d. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
   e. Cekam, ragum
2. Bahan
   a. Pipa baja lunak ukuran diameter ½ in panjang 10 cm
   b. Plat baja ukuran 10 cm x 10 cm tebal minimal 1mm
   c. Kawat patri,Jenis bahan kuningan Ukuran ∅ 3 mm
   d. Fluks jenis borak

D.Keselamatan Kerja

1. Gunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja dengan benar
2. Aturlah tekanan kerja dan nyala api sesuai dengan kebutuhan.
3. Jangan mengarahkan api patri pada orang lain dan atau benda mudah terbakar.
4. Periksa kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
5. Gunakan peralatan sesuai dengan fungsinya.
6. Hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E. Gambar dan Langkah Kerja Kerja

1. Bersihkanlah permukaan plat dan ujung bagian pipa yang akan disambung dari kotoran baikitu oli dan kotoran lainnya dengan menggunakan kertas ampelas dan kainkering.
2. Ujung pipa yang telah dibersihkan tadi taburlah dengan borak/fluks yang sesuai dengan jenis bahan tambah/kawat las yang akan dipergunakan.
3. Pasang ada bagian atas plat secara tepat dan benar-benar lurus .
4. Lakukan pengelasan cantum agar benda tidak bergerak, dengan nyala api yang sesuai.
5. Untuk penyambungan plat dengan pipa digunakan nyala netral (*netral flame*), adapun cara pemanasannya dimana nyala apinya jangan terlalu dekat dengan benda yang akan di las kirakira 1 s.d. 2 cm dengan sudut kemiringan kira-kira 30 s.d. 40 derajat dari benda kerja. Panaskan terlebih dahulu benda kerja yang lebih tebal agar temperatur lat dan pipa sama.
6. Lakukanlah pemanasan yang merata pada semua bidang. Jika pemanasannya sudah merata (ditandai perubahan warna pipa menjadi berpijar kemerah-merahan) berilah bahan tambah pada salah satu titik saja ditepi sambungan. Dimana jika pemanasannya baik maka bahan tambah tadi akan mengalir ke seluruh bidang yang akan dilas.
7. Fluks yang telah dilaburkan pada permukaan ujung pipa yang akan di las tidakboleh terkena nyala api (*flame*) secara langsung, dan dipergunakan nyala apidengan suhu yang rendah dengan menggunakan pipa hembus yang kecil. Atau pembakarnya bisa diganti dengan menggunakan Brander torch.
8. Setelah selesai pengelasan dinginkan pipa dengan menggunakan kain basah dan bersihkanlah dengan menggunakan kain lap

F. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Bagaimana mencegah agar pada saat pengelasan plat dan pipa, plat tidak melenting/berubah bentuk?
2. Apa penyebab bahan tambah tidak menempel pada logam yang di brazing?

3. Jelaskan perbedaan dan persamaan las oksi asitelin dengan brazing!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 14
Membuat Sambungan Pipa
Dengan Patri Keras Kuningan

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan APD /Menerapkan K3				
2	Menunjukkan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukkan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2.	**Penilaian Keterampilan**					
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat pelindung	Sarung tangan, kacamata bening				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
4	Melakukan pemeriksaan kebocoran gas	Dilakukan dan ditindak lanjuti jika ada kebocoran				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan 14 dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Benda kerja	Tidak mengalami deformasi				
2	Bahan tambah/kuningan	Dipatrikan dengan rapih				
3	Sambungan dua logam	Kokoh				
4	Waktu penyelesaian	6 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/5)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan 14			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Renungan dan Refleksi

Bab 2 Buku Teks Bahan Ajar Siswa Teknik Dasar Instrumentasi jilid 2 yang telah kamu pelajari, membahas materi proses penyambungan logam, baik dengan panas maupun tanpa panas.

Dari materi penyambungan logam ini kamu dapat mengambil sebuah renungan akan ciptaan Tuhan Yang Maha Kuasa, bahwa berbagai material yang dihasilkan dari tambang, tidaklah akan memberikan manfaat lebih bagi manusia, kecuali manusia berinovasi dan berkreasi.

Mereka yang mampu berinovasi dan berkreasilah yang bertahan dan berhasil menghadapi perubahan dan tantangan jaman.

Bagai mana dengan kamu hari ini?
Kreasi apa yang telah kamu ciptakan?
Inovasi apa yang telah kamu lakukan?

Dengan memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan yang telah Kamu pelajari sampai hari ini, latihlah kreativitas dan inovasi Kamu, meski dari hal yang sederhana.

Rangkuman

Penyambungan logam adalahproses menyambung dua bagian logam atau lebih, metoda penyambungan harus disesuaikan dengan; proses pengerjaan sambungan, kekuatan sambungan, kerapatan sambungan, penggunaan konstruksi sambungan, dan faktor ekonomis. penyambungan logam dapat dilakukan dalam keadaan dingin seperti dikeling, dimur-baud, dan dilipat. Juga dapat dilaksanakan dengan panas seperti patri, las, dan tempa.

Pekerjaan fabrikasi logam sebagian besar berupa pengerjaan plat melalui membentuk danmenyambung logam lembaran (pelat), sesuai dengan bentuk dan ukuranyang sudah direncanakan, sering juga disebut kerja plat. Pada pekerjaan fabrikasi diperlukan pengetahuan dan keterampilan untuk mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan yang akan dilakukan, membaca gambar kerja, menghitung penggunaan bahan yang akan dipotong, mengatur penggunaan perlengkapan kerja, menyiapkan alat tangan dan bahan, menentukan urutan pekerjaan, membuat model dan membuat mal atau pola, kemudian melakukan pekerjaan kerja plat.

Pengelasan merupakan proses penyambungan logam yang dilakukan dengan memanaskan material (proses metalurgi). Pada saat pemanasan ada yang diberikan tekanan pada benda kerja ataupun tanpa menggunakan tekanan, dengan menggunakan bahan pengisi atau tanpa menggunakan logam pengisi.Las oksi-asetilena atau disebut OAW *(Oxy Acetylene Welding)* adalah salah satu cara pengelasan yang panas pengelasan itu diperoleh dari nyala api sebagai hasil pembakaran bahan bakar gas asetilena (C_2H_2) dengan zat asam atau oksigen (O_2). Pada pengelasan OAW ini diperlukan kemampuan untuk; menyeting benda kerja melalui pembuatan kampuh las, penguasaan mengunakan peralatan las oksi-asetilena, menyiapkan bahan pengisi las, memahami prosedur pengelasan, memahami posisi dan teknik pengelasan, nyala api dan melakukan pencegahanperubahan bentuk atau distorsi.

Proses penyambungan logam dapat dilakukan dengan pematrian, yaitu proses pemanasan dibawah titik lebur bahan dasar yang akan disambungkan (dilekatkan), sehingga bahan dasar atau benda kerja tidak mengalami proses mencair/melebur. Menyatunya dua benda kerja baik sejenis maupun berbeda, merekat kuat dengan menggunakan logam/bahanpengisi atau perekat, yang mencair pada saat pemanasan karena titik leburnya(logam pengisi)dibawah titik lebur bahan dasar/benda kerja. Bahan tambah atau bahan pengisi berupa logam non ferro atau paduan yang mempunyai titik cair diatas 800° C, tetapi lebih rendah dari titik cair logam dasar yang disambung.Agar diperoleh hasil ikatan yang baik pada pematrian, dalam pekerjaan Patri bidang patri harus bersih, menggunakan bahan pelumer (fluks), suhu pemanasan harus tetap, memiliki jarak celah dua logam induk. Jenis pematrian dibedakan berdasar jenis bahan tambah/logam penyambung, diantaranya Patri lunak (*braze welding*) dan Patri keras(*brazing*). Jenis patri keras diantaranya;Patri keras tembaga, Patri keras tembaga - timah (Patri perunggu), Patri keras tembaga - seng (Patri kuningan), Patri keras tembaga - nikel – seng dan Bahan Patri keras perak. Flux (fluksi) pada pematrian berfungsi untuk membantu melancarkan aliran bahan tambah masuk ke celah logam induk, membersihkan permukaan yang disambung terutama lapisan oksida , dan mencegah terjadinya oksidasi dengan udara luar selama proses patri keras berlangsung, berbentuk cair, tepung atau pasta, Dalam proses pematrian diperlukan beberapa peralatan meliputi alat utama seperti pembakar, alat bantu dan alat keselamatan kerja.

Evaluasi

A. Evaluasi Diri

Penilaian Diri					
Evaluasi diri ini diisi oleh siswa, dengan memberikan tanda ceklis pada pilihan penilaian diri sesuai kemampuan siswa bersangkutan.					
No	**Aspek Evaluasi**	**Penilaian diri**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap**				
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
B	**Pengetahuan**				
1	Saya memahamimaterisambungan logam dengan kerja plat				
2	Saya memahami materi sambungan logam dengan las oksi asitilen				
3	Saya memahami materi sambungan logam dengan patri keras/*brazing*.				
C	**Keterampilan**				
1	Saya mampu membuat benda kerja dari plat dengan menerapkan pekerjaan bukaan, lipatan dan sambungan.				
2	Saya mampu membuat benda kerja dengan menerapkan pekerjaan las oksi asitilen.				
3	Saya mampu membuat benda kerja dengan menerapkan pekerjaan patri keras/*brazing*.				

B. Review

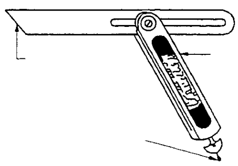
Jawab pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda silang (X) salah satu pilihan jawaban (a, b, c, d, atau e) yang menurut kamu merupakan jawaban yang paling tepat.

1. Salah satu ciri pekerjaan fabrikasi ringan adalah :
   a. Menggunakan bahan dengan ketebalan sampai 3mm
   b. Menggunakan alat perkakas tangan
   c. Menggunakan bekel khusus
   d. Menggunakan bahan besi
   e. Menggunakan bahan plat

2. Peralatan yang dapat digunakan untuk membuat lukisan garis untuk benda kerja/pelat yang hasil goresannya bersifat permanen.
   a. Kapur Teknik
   b. Kapur garis
   c. Mistar baja
   d. Penggores
   e. Penitik

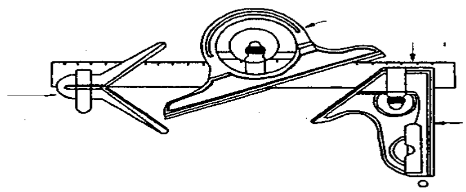
3. Alat yang dipergunakan untuk melukis garis lengkung dan lingkaran, - Memindahkan ukuran dan sudut, Melukis konstruksi geometrik adalah :
   a. Mistar Baja
   b. Mistar Lipat
   c. Mistar Gulung
   d. Jangka Kaki
   e. Jangka Tongkat

4. Gambar berikut ini adalah alat :



   a. Siku Pelat
   b. Siku Bevel
   c. Mistar Gulung
   d. Jangka Kaki
   e. Jangka Tongkat

5. Gambar berikut inii berfungsi :

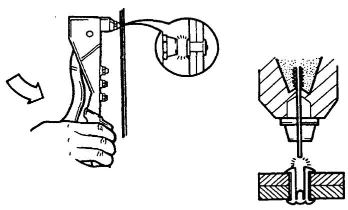


   a. Menggores ukuran
   b. Memotong bahan
   c. Mengukur sudut garis
   d. Membuat benda kerja siku
   e. Melukis berbagai ukuran sudut dan menentukan titik pusat suatu benda kerja yang berpenampang bulat/lingkaran.

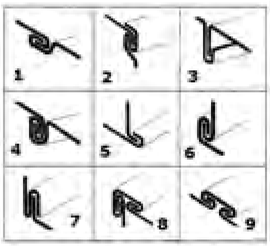
6. Untuk gergaji tangan, ukuran gergaji ditentukan oleh berapa banyak gigi per inchi (25,4 mm). Untuk pemakaian umum digunakan daun gergaji dengan jumlah gigi per inchi sejumlah:
   a. 18 gigi per inchi.
   b. 25 gigi per inchi.
   c. 30 gigi per inchi.
   d. 35 gigi per inchi.
   e. 40 gigi per inchi.

7. Untuk memotong bahan Besi/profil baja lunakmenggunakan gergaji dengan jumlah gigi:
   a. Digunakan : 8 gigi/inchi
   b. Digunakan : 14 gigi/inchi
   c. Diguinakan : 18 gigi/inchi
   d. Digunakan : 24 gigi/inchi
   e. Digunakan : 32 gigi/inchi

8. Gambar disamping adalah jenis sambungan :
   a. Keling
   b. Rivet set
   c. Pengeling Pop
   d. Sambungan Sekrup
   e. *Sambungan Baut-Mur*



9. Jenis sambungan plat yang ditunjukkan oleh nomor 6 adalah :
   a. Sambungan lipat tunggal (*grooved seam*)
   b. Sambungan lipat *pitttsburgh*
   c. Sambungan lipat tegak
   d. Sambungan lipat tegak ganda
   e. Sambungan lipat sudut tunggal



10. Dalam proses pengelasan flux akan turut mencair dan mengeluarkan gas serta membentuk terak cair yang berfungsi:
   a. Melindungi kawah las terhadap oksidasi udara luar agar hasil pengelasan tidak terjadi keropos.
   b. Menghilangkan kotoran pada besi yang di las
   c. Mempercepat pengerasan cairan logam
   d. Melindungi rigi las dari benturan
   e. Mencegah rambatan panas

11. Las oksi asetilena dalam istilah lain disebut
   a. LOA
   b. OAW
   c. SAW
   d. GTAW
   e. SMAW

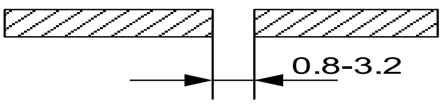
12.Bahan bakar dalam proses las gas yang paling banyak digunakan adalah gas asetilena, karena;
- a. Tidak berbau
- b. Murah harganya
- c. Tidak membahayakan
- d. Temperatur panasnya tinggi
- e. Sesuai dengan kondisi sekolah

13. Alat utama las oksi asetilena, kecuali
- a. Regulator gas
- b. Korek api las
- c. Brander las
- d. Selang las
- e. sikat las

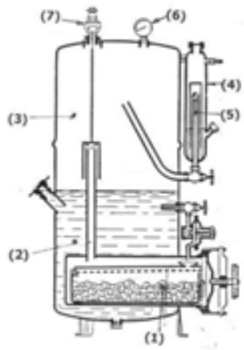
14. Logam pengisi atau kawat las dalam klasifikasinya dinyatakan dengan simbol, misalnya RG 60, arti dari angka 60 adalah
- a. Angka ketetapan
- b. Pelengkap klasifikasi
- c. Kekuatan tarik
- d. Keliatan bahan
- e. Jenis bahan

15. Diketahui tebal bahan 3 mm, akan dilas dengan las oksi asetilena. Diameter kawat las yang harus disiapkan adalah
- a. diameter 1,0 mm
- b. diameter 1,5 mm
- c. diameter 2,0 mm
- d. diameter 2,5 mm
- e. diameter 3,0 mm

16. Gambar sambungan/kampuh gambar berikut adalah:
- a. Kambungan pinggir
- b. Kambungan tumpang
- c. Kampuh I
- d. Kampuh V
- e. Kampuh X



17. Pada gambar generator las asitelin berikut, bagian nomor (2) adalah komponen:
- a. Ruang karbit dan dapur gas atau retor
- b. Ruang gas asetilena
- c. Manometer
- d. Ruang air
- e. Kunci air



18. Untuk memilih ukuran mulut pembakar perlu dipertimbangkan halsebagai berikut, kecuali:
    a. Proses pengelasan
    b. Tebal bahan dilas
    c. Jenis bahan dilas
    d. Jenis gas bakar
    e. Kampuh las

19. Berikut yang tidak termasuk pencegahan deformasi adalah:
    a. Mengelas dengan berlapis
    b. Memasang backing plate
    c. Mengelas dengan las catat/titik
    d. Menghangatkan bahan sebelum di las
    e. Pengelasan arah maju dan arah mundur

20. Temperatur terpanas las OAW dapat dicapai:
    a. 3.500 ^{0}C
    b. 4.000 ^{0}C
    c. 4.500 ^{0}C
    d. 5.000 ^{0}C
    e. 5.500 ^{0}C

21. Syarat yang harus dipenuhi dalam pekerjaan mematri, adalah :
    a. Menggunakan bahan pelumer
    b. Suhu pemanasan harus tetap
    c. Jarak celah dua logam induk
    d. Logam indukharus sejenis
    e. Bidang Patri bersih

22. Proses pematrian yang menggunakan bahan tambah yang mencair pada suhu di bawah 450°C.
    a. Las
    b. Brazing
    c. Ikatan
    d. Senyawa
    e. Penyambungan

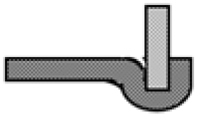
23. Celahatau jarak antara bahan plat yang disambung berkisar
    a. 0,9 mm– 0,13 mm
    b. 0,.8 mm– 0,13 mm
    c. 0,7 mm– 0,13 mm
    d. 0,6 mm– 0,13 mm
    e. 0,5 mm -0,13 mm

24. Pada patri keras Logam (*brazing*) penyambung patri mencair pada suhu :
    a. Di atas 400°C.
    b. Di atas 450°C.
    c. Di atas 500°C.
    d. Di atas 550°C.
    e. Di atas 600°C.

25. Jenis patri yang terbuat dari tembaga dan timah dengan sedikit fospor, pemakaiannya untuk pematrian keras pipa baja.Bahan pelumer yang cocok: FSH3.
    a. Patri keras tembaga - timah (Patri perunggu)
    b. Patri keras tembaga - seng (Patri kuningan)
    c. Patri keras tembaga - nikel – seng
    d. Bahan Patri keras perak
    e. Patri keras tembaga

26. Beberapa perusahaan produsen fluks telah memberikan kode singkat, untuk S adalah kode fluk untuk:
    a. Bahan pembersih fluks
    b. Untuk logam berat
    c. Untuk logam ringan
    d. Untuk patriing
    e. Untuk brazing

27. Kampuh pematrian yang ditunjukan gambar berikut adalah jenis:
    a. Lap
    b. Cap
    c. Butt
    d. Sleeve
    e. Corner



28. Pernyataan yang salah terkait dengan fluk pada proses patri adalah:
    a. Membantu mencegah aliran bahan tambah masuk ke celah logam induk
    b. Membersihkan permukaan yang disambung terutama lapisan oksida
    c. Mencegah terjadinya oksidasi dengan udara luar selama proses patri keras berlangsung
    d. Fluks berbentuk cair, tepung atau pasta
    e. Fluks dapat ditambah air murni hingga berbentuk pasta dan dapat dicatkan pada permukaan yang akan disambung.

29. Beberapa produsen fluks memberikan kode singkat untuk fluks, kode L digunakan untuk:
    a. Bahan pembersih fluks
    b. Untuk logam berat
    c. Untuk logam ringan
    d. Untuk patriing
    e. Untuk brazing

30. Berikut ini bukan merupakan karakteristik patri keras tembaga:
    a. Sifatnya sangat mudah dibentuk
    b. Tahan asam, karat, dan suhu
    c. Menghasilkan jalur sambungan yang kedap
    d. Bahan pelumer (fluks) yang cocok adalah FSH3
    e. Terbuat dari tembaga dan timah dengan sedikit fospor

C. Tugas Proyek

Memanfaatkan Potensi Diri dan Lingkungan

Berdasar materi bab 2, Kamu telah mempelajari materi membuat sambungan logam dengan beberapa metode, yaitu dengan metode tanpa pemanasan (keling, lipat, mur-baud, sekrup,tapping) dan metode pemanasan (las Oksi-asetilin dan *brazing*).

Dengan bekal kompetensi di atas, Kamu telah memiliki modal keterampilan untuk berwirausaha. Pada tugas proyek ini, Kamu harus berlatih "Sikap dan keterampilan" seorang wirausahawan, yaitu;

1. Memanfaatkan keterampilan kamu untuk membuat sebuah produk.
2. Produk yang dibuat dianalisis, merupakan produk yang diperlukan/memiliki pangsa pasar jelas dan memiliki keuntungan, memilii kelebihan (inovasi) dibanding produk yang telah ada.
3. Rencanakan produk tersebut dan tuangkan dalam proposal.
4. Presentasikan/jelaskan kepada guru proposal yang kamu buat untuk memperoleh dukungan modal berupa bahan baku untuk membuat produk tersebut.
5. Jika proposal yang kamu buat disetujui oleh guru, buatlah produk tersebut sebaik-baiknya (layak jual)
6. Pasarkan hasil produk Kamu
7. Laporkan hasil kegiatan kepada guru.

"Sukses Bagi Kamu Yang Kreatif dan Inovatif"

Contoh Sistematika Proposal

I. Identitas Pelaksana Tugas

Nama Siswa :

Kelas :

II. Nama Produk Dibuat:

(Nama produk dan gambar produk yang direncanakan untuk di buat)

III. Latar Belakang

(Uraian latar belakang pembuatan produk dipilih, karakteristik produk, keunggulan, kualitas dan kuantitas produk yang ditawarkan)

IV. Pemasaran dan target pasar

(Uraian cara memasarkan produk dan sasaran/pangsa pasar produk)

V. Proses Produksi

(Uraikan kebutuhan bahan, alat dan cara membuat produk)

VI. Biaya dan Keuntungan

(Uraikan biaya produksi, harga jual dan keuntungan dari penjualan produk)

VII. Jadwal Kegiatan

(Uraikan jadwal kegiatan perencanaan, presentasi proposal, produksi, pemasaran dan laporan hasil kegiatan)

D. Penilaian

Penilaian akhir kegiatan pembelajaran bab 2 dilakukan terhadap 3 kriteria, yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban tugas evaluasi (*Review*) yang diberikan.
3. Nilai keterampilan diperoleh dari hasil pelaksanaan tugas mandiri/kelompok tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4
2. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)
3. Skor Siswa $= \frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$
4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Nama Siswa : ....

KD : Menerapkan pekerjaan dasar mekanik pada instrumentasi industri sesuai SOP

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilaian berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. PenilaianPengetahuan		
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan jawaban evaluasi (review) yang diberikan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Review	

3. Penilaian Keterampilan		
Isilah kolom penilaian berikut oleh Guru, berdasar hasil pemeriksaan kegiatan tugas proyek		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Proposal	
2	Presentasi	
3	Produk yang dibuat	
4	Laporan kegiatan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)	

Kesimpulan Penilaian		
No	**Aspek Penilaian**	**Nilai**
1	Sikap	
2	Pengetahuan	
3	Keterampilan	

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

BAB 3

Pekerjaan Dasar Teknik Pemipaan

Kata Kunci :

Piping, flaring , bending, swaging, cutting, fitting, elbow, reducer, kopling, pipa kapiler, wing nut, flare nut

Deskripsi

Pembelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Pemipaan merupakan pembelajaran teori dan praktik Dasar Keahlian Instrumentasi, materi meliputi bahan dan berbagai ukuran pipa yang digunakan, komponen penunjang instalasi pemipaan, proses pengerjaan pada pipa, serta bagaimana proses penyambungan dilakukan pada instalasi pemipaan.

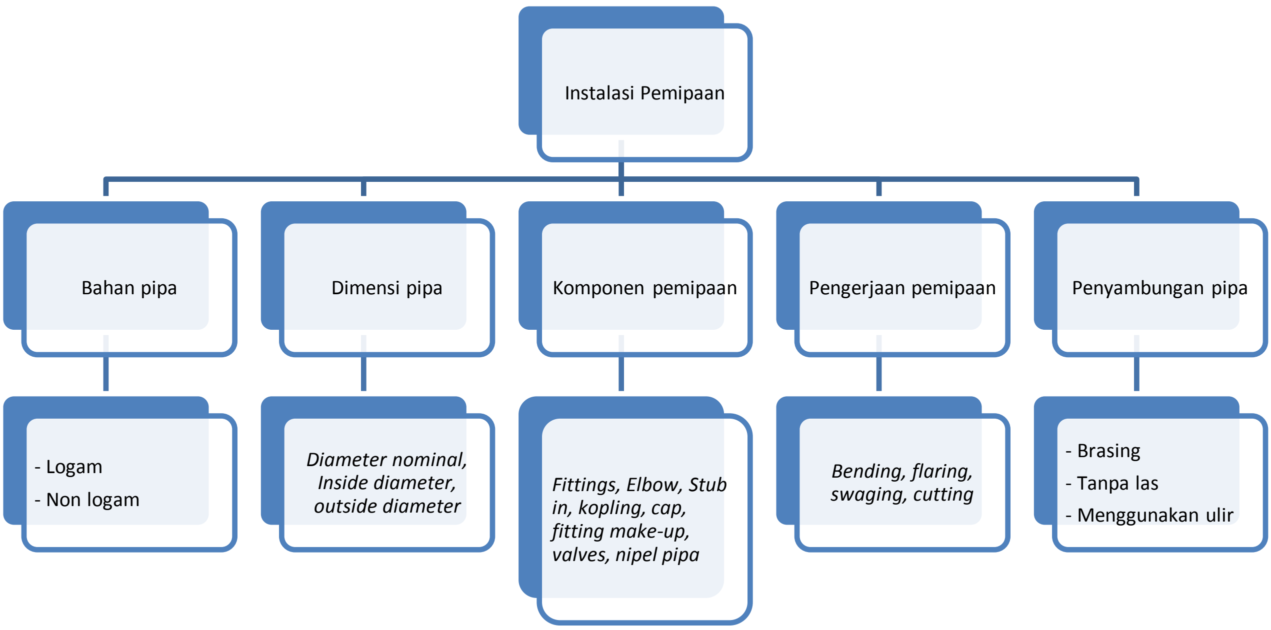
Pada pembelajaran Pekerjaan Dasar Teknik Pemipaan ini, siswa dapat menerapkan materi yang telah dipelajari sebelumnya, yaitu: Gambar Teknik, Dasar Metrologi Industri, Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Bahan logam dan Non Logam, Menggunakan alat ukur mekanik dasar dan Menggunakan perkakas tangan.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi Pekerjaan Dasar Teknik Pemipaan, kamu diharapkan mampu:

1. Memilih dan menggunakan komponen serta bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur
2. Menganalisis dan merakit instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri sesuai prosedur

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami Pemipaan dan Kelengkapanya				
2	Memahami Pemipaan pada Sistem Refrijerasi				
3	Memahami Peralatan Pemipaan				
4	Memahami Pengerjaan Pemipaan				
5	Latihan Melakkan Pekerjaan Pipa				
6	Latihan 1 Memotong Pipa				
7	Latihan 2 Membengkokkan Pipa dengan Pembengkok Pipa Spiral				
8	Latihan 3 Membengkokkan Pipa dengan *Type Lever Bender*				
9	Latihan 4 Membuat Sambungan Pipa dengan Sistem *Flaring* dan *Swaging*				
10	Latihan 5 Mengelas Pipa				
18	Menjawab review evaluasi				
19	Melaksanakan kegiatan penerapan/tugas proyek				

.........................., ...

Guru	Orangtua/Wali Siswa	Siswa
....	....	....

Uraian Materi

A. Pemipaan dan Kekengkapanya

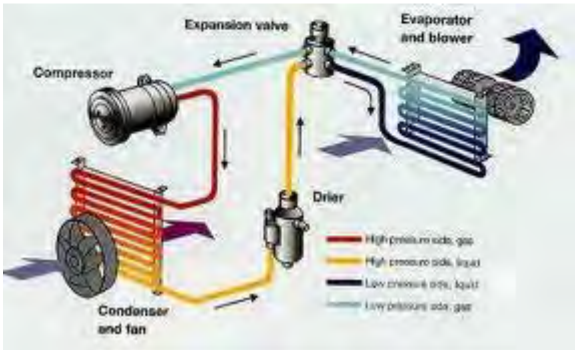
Di industri, pemipaan merupakan bagian penting, sistem pemipaan (*piping sistem*) di ibaratkan laksana saluran darah bagi manusia, contoh kegunaan sistem pemipaan dapat kita temui pada sistem distribusi air minum, *crude oil pipeline*, LNG *pipeline*. Pada *plant petrochemical*, sistem pemipaan yang begitu kompleks sebagai media hantar antar *equipment* (*point to point*) dengan *fluida* pada *setting service* bervariasi. Dalam skala kecil, pekerjaan pemipaan dapat kita temukan pada sistem pendingin udara, baik pada kendaraan maupun pendingin ruangan.

Sistem pemipaan harus dibuat sepraktis mungkin dengan minimum bengkokan dan sambungan las atau *brasing*, sedapat mungkin dengan *flens* atau sambungan yang dapat dilepaskan dan dipisahkan bila perlu. Semua pipa harus dilindungi dari kerusakan mekanis. Sistem perpipaan ini harus ditumpu atau dijepit sedemikian rupa untuk menghindari getaran. Sambungan pipa melalui sekat yang diisolasi harus merupakan sambungan flens yang diijinkan dengan panjang yang cukup tanpa merusak isolasi.

Model instalasi Sistem pemipaan pada dasarnya terdiri dari model terbuka dan model tertutup. Model pemipaan sistem terbuka merupakan sistem pemipaan yang kedua ujung pipa (hilir dan hulu) tidak menyambung. Bila jaringan pemipaannya terbuka, biasanya outlet (pipa keluaran) pada bagian ujung pipa akan bertekanan rendah. Pemipaan sistem terbuka membutuhkan jumlah pipa lebih sedikit dibanding pemipaan sistem tertutup. Keuntungan pemipaan sistem terbuka ini adalah membutuhkan biaya lebih sedikit dibanding sistem terbuka.

Gambar 3.1. Sistem pemipaan minyak

Pemipaan model tertutup maksudnya ujung pipa yang terakhir (hilir) menyambung kembali ke ujung awal pipa (hulu). Sistem seperti ini bisa juga disebut jaringan pemipaan memutar (*loop*). Sistem tertutup memungkinkan tekanan di semua *outlet* (pipa keluaran) rata. Pemipaan sistem tertutup membutuhkan jumlah pipa lebih besar dibanding pemipaan sistem terbuka. Konsekuensinya, pemipaan sistem tertutup membutuhkan biaya lebih besar.



Gambar 3.2 Sistem pemipaan AC Mobil

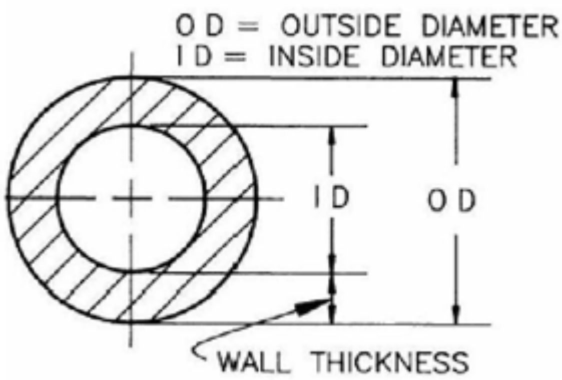
Dalam sistim pemipaan terdapat komponen instalasi pemipaan antara lain pipa, *fittings, stub in, kopling, cap, fitting make-up, valves dan nipel* pipa.

1. Pipa (*Pipe*)

Sudah sejak lama manusia mengenal adanya sistem pemipaan, dimana pada jaman dahulu kala untuk memenuhi kebutuhan akan pengairan (distribusi air) di gunakan saluran melalui batang bambu (bahan alam). Pertama kali sistem pemipaan menggunakan logam adalah di Greek dan Romawi yang

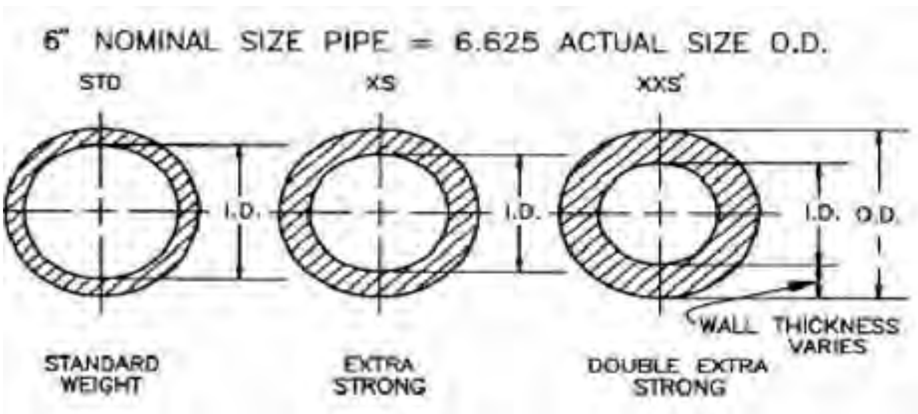
terbuat dari lead dan bronze, dimana saat itu teknologi pengecoran logam mulai di kenal. Selanjutnya sistem pemipaan berkembang dengan material logam yang bervariasi seiring dengan tingkat perkembangan dan kebutuhan manusia, yang akhirnya saat ini dikenal berbagai logam hingga non logam yang berkembang pesat dalam dunia industri termasuk juga pada sistem pemipaan.

Pipa di identifikasikan dengan kategori ukuran, yaitu : *Nominal Pipe Size* (NPS) digunakan hanya untuk menyebutkan ukuran pipa komersial saja, *Outsside Diameter* (OD), dan *Inside Diameter* (ID), sebagaimana yang di tunjukan pada gambar dibawah :



Gambar 3.3 Pipa

Tebal pipa (*Wall Thickness*) adalah istilah untuk tebal dinding pipa, yang mengacu pada pipe's weigth yaitu standar, extra strong, dan double extra strong. saat ini juga di kenal sebagai schedule, yaitu S10, S20, S30, dst.



Gambar 3.4 Ukuran tebal pipa

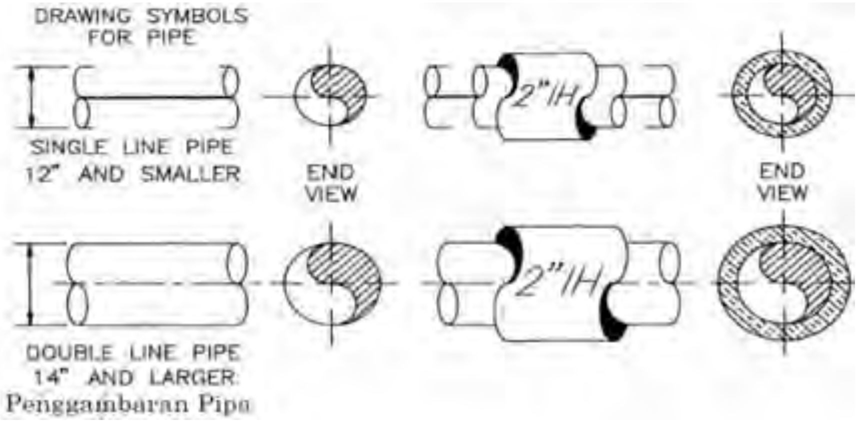
Tabel 3.1 Tabel ukuran tebal pipa

NOMINAL PIPE SIZE		OUTSIDE DIAMETER		STANDARD		EXTRA STRONG		XX STRONG	
IN.	MM	IN.	MM	IN.	MM	IN.	MM	IN.	MM
2	50.8	2.375	60.3	.154	3.912	.218	5.53	.436	11.07
3	76.2	3.5	88.9	.216	5.486	.300	7.62	.552	15.24
4	101.6	4.5	114.3	.237	6.02	.337	8.58	.674	17.12
6	152.4	6.625	168.3	.280	7.12	.432	10.97	.864	21.94
8	203.2	8.625	219	.322	8.17	.500	12.70	.875	22.22
10	254	10.75	273	.365	9.27	.500	12.70	1.00	25.4
12	304.8	12.75	323.9	.375	9.525	.500	12.70	1.00	25.4
14	355.6	14	355.6	.375	9.525	.500	12.70		
16	406.4	16	406.4	.375	9.525	.500	12.70		
18	457.2	18	457.2	.375	9.525	.500	12.70		

Selain NPS dikenal juga DN (Diameter Nominal) berdasarkan metrik unit, yang di kembangkan dari Internasional Standar Organisasi (ISO). Dimensi pipa ini mengacu pada kode ASME B36.10M *Welded and Seamless Wrougth Steel Pipe*

Tabel 3.2 Ukuran pipa dalam NPS dan DN

NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN	NPS	DN
⅛	6	3½	90	22	550	44	1100
¼	8	4	100	24	600	48	1200
¾	10	5	125	26	650	52	1300
½	15	6	150	28	700	56	1400
¾	20	8	200	30	750	60	1500
1	25	10	250	32	800	64	1600
1¼	32	12	300	34	850	68	1700
1½	40	14	350	36	900	72	1800
2	50	16	400	38	950	76	1900
2½	65	18	450	40	1000	80	2000
3	80	20	500	42	1050	—	—



Gambar 8.5 Pipa stainless Steel (Asme B36.19M)

Pemilihan bahan perpipaan haruslah disesuaikan dengan pembuatan teknik perpipaan dan hal ini dapat dilihat pada ASTM serta ANSI dalam pembagian sebagai berikut

1. Perpipaan untuk pembangkit tenaga
2. Perpipaan untuk industri bahan migas
3. Perpipaan untuk penyulingan minyak mentah
4. Perpipaan untuk pengangkutan minyak
5. Perpipaan untuk proses pendinginan
6. Perpipaan untuk tenaga nuklir
7. Perpipaan untuk distribusi dan transmisi gas

Pemilihan material pipa untuk berbagi keperluan industri tergantung dari tekanan, temperatur, ketahanan, harga material dan ongkos pemasangannya. Baja karbon yang dilapisi anti karat banyak digunakan pada jalur-jalur pembuangan, walau pada dasarnya cukup sulit untuk menspesifikasi penggunaan material yang benar-benar efektif, tapi dari pengalaman pemilihan material merupakan suatu pertimbangan yang cukup penting sebelum mengambil keputusan akhir. Faktor-faktor yang terpenting harus

diperhitungkan juga adalah faktor korosi .Jenis-jenis material yang umum digunakan antara lain :

1. Pipa yang terbuat dari tanah liat (*vertified clay*), banyak digunakan untuk aliran pembuangan dengan sistem pengankutan berdasarkan gaya berat, misalnya untuk kotoran-kotoran manusia dan pembuangan kotoran lainnya dengan aliran bertekanan dan temperatur rendah. Juga digunakan jenis ini dibawah bangunan atau *concrete* yang cukup tebal.
2. Besi tuang untuk dalam tanah (*cast iron soil pipe*). Pipa ini kemampuan kekuatannya diatas pipa tanah liat dan boleh dipasang dibawah bangunan serta *concrete* yang tebal. Pipa ini dapat pula mengalirkan cairan yang cukup panas.
3. Pipa baja karbon (*carbon steel piping*). Pipa ini banyak digunakan biasanya dilapis dengan bahan anti karat. Bahan anti karat ini lebih baik menggunakan pelapis plastik seperti *scoth kote* atau *plicoflex*, karena lebih tahan lama dari plastik pelapis aspal residu.
4. Besi tulang pipa digunakan untuk pembuangan air dengan tekan tertentu.
5. Pipa beton digunakan untuk pembuangan kotoran air dengan ukuran 24 inch atau lebih.
6. Pipa baja dilapis semen. Untuk pembuangan kotoran cairan yang korosif serta mempunyai kemampuan diatas pipa besi tuang.
7. *Duriron pipe* untuk pembuangan cairan dengan tingkat korosi tinggi.
8. Pipa Proses yaitu jenis bahan pipa yang digunakan tergantung dari temperatur tekanan, tingkat korosi suatu aliran proses, biasanya menggunakan material besi metal, baja karbon, baja anti karat, baja krom, aluminium
9. Pipa PVC (*Poly Vinyl Chloride*) dalam pekerjaan pipa dipergunakan untuk instalasi air bersih maupun air kotor. Pipa PVC dibagi dalam 4 (empat) kelas, yaitu :
   a. Kelas AW (VP) dengan tekanan kerja 10 kg/cm^2
   b. Kelas AZ dengan tekanan kerja 8 kg/cm^2
   c. Kelas D (VU) dengan tekanan kerja 5 kg/cm^2
   d. Kelas C untuk saluran kabel listrik.

Panjang standar pipa PVC adalah 4 meter dan 6 meter per batang. Pipa PVC kelas AW (VP) dan AZ digunakan utnuk instalasi air bersih, saluran pembuangan, irigasi, pembuangan dan ventilasi pada gedung, saluran bahan kimia dan sprinkler. Pipa PVC kelas AZ dan D (VU) digunakan untuk pembuangan, irigasi, pembuangan pabrik, pembuangan pada jalan raya, pembuangan pada bangunan. Pipa PVC kelas C digunakan utnuk instalsi listrik dan penerangan

Tabel 3.3 Pipa PVC kelas AW
(VP saluran air bertekanan 10 kg/cm^2)

Ukuran Nominal		Diameter Luar (mm)	Toleransi diameter luar (mm)	Tebal dinding minimum (mm)	Toleransi tebal dinding (mm)
(*inchi*)	(mm)				
½	16	22	± 0.20	2,7	+ 0,6
¾	20	26	± 0,20	2,7	+ 0,6
1	25	32	± 0,20	3,1	+ 0,8
1¼	30	38	± 0,30	3,1	+ 0,8
1½	40	48	± 0,30	3,6	+ 0,8
2	50	60	± 0,40	4,1	+ 0,8
2½	65	76	± 0,50	4,1	+ 0,8
3	75	89	± 0,50	5,5	+ 0,8
4	100	114	± 0,60	6,6	+ 1,0
5	125	140	± 0,80	7,0	+ 1,0
6	150	165	± 1,00	8,9	+ 1,4
8	200	216	± 1,30	10,3	+ 1,4
10	250	267	± 1,60	12,7	+ 1,8
12	300	318	± 1,90	15,1	+ 2,2

Adapun sifat-sifat fisika dari pipa PVC adalah :

a. Tidak menghambat aliran air, permukaan yang licin mengurangi hambatan dan penimbunan kotoran-kotoran seperti pipa lain
b. Anti karat, tahan terhadap zat-zat kimia, pipa PVC sifatnya anti karat, serta dapat tahan terhadap hampir semua zat-zat kimia seperti larutan asam, alkali, minyak, garam dan lain-lain.

Tabel 3.4 Pipa PVC kelas AZ
(saluran air bertekanan 8 kg/cm²)

Ukuran Nominal		Diameter Luar (mm)	Toleransi diameter luar (mm)	Tebal dinding minimum (mm)	Toleransi tebal dinding (mm)
(*inchi*)	(mm)				
½	16	22	± 0.20	2,25	+ 0,5
¾	20	26	± 0,20	2,25	+ 0,5
1	25	32	± 0,20	2,70	+ 0,6
1¼	30	38	± 0,30	2,70	+ 0,6
1½	40	48	± 0,30	2,70	+ 0,6
2	50	60	± 0,40	3,15	+ 0,7
2½	65	76	± 0,50	3,15	+ 0,7
3	75	89	± 0,50	4,05	+ 0,8
4	100	114	± 0,60	4,05	+ 0,8
5	125	140	± 0,80	5,40	+ 0,8
6	150	165	± 1,00	6,40	+ 1,0
8	200	216	± 1,30	8,40	+ 1,2
10	250	267	± 1,60	10,00	+ 1,4

Tabel 3.5 Pipa PVC kelas D
(VU saluran pembuangan tekanan 5 kg/cm²)

Ukuran Nominal		Diameter Luar (mm)	Toleransi diameter luar (mm)	Tebal dinding minimum (mm)	Toleransi tebal dinding (mm)
(*inchi*)	(mm)				
½	40	48	± 0.20	1,8	+ 0,4
2	50	60	± 0,20	1,8	+ 0,4
2½	65	76	± 0,30	2,2	+ 0,6
3	75	89	± 0,30	2,7	+ 0,6
4	100	114	± 0,40	3,1	+ 0,8
6	150	165	± 0,60	5,1	+ 0,8
8	200	216	± 0,80	6,5	+ 1,0
10	250	267	± 1,00	7,8	+ 1,2

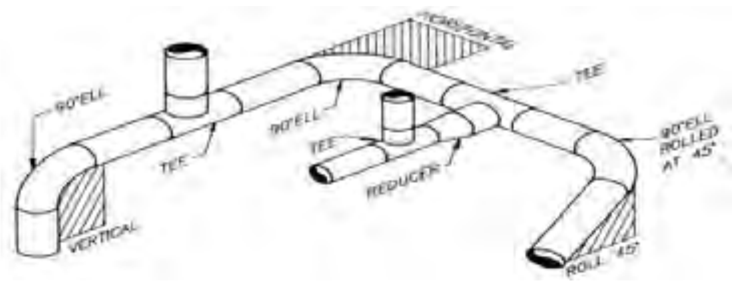
Tabel 3.6
Pipa PVC kelas C(saluran kabel)

Ukuran Nominal		Diameter Luar (mm)	Toleransi diameter luar (mm)	Tebal dinding minimum (mm)	Toleransi tebal dinding (mm)
(*inchi*)	(mm)				
³/₈	14	17	± 0.20	1,3	+ 0,3
¾	19	22	± 0,20	1,3	+ 0,3
1	23	26	± 0,20	1,3	+ 0,3
1¼	29	32	± 0,20	1,3	+ 0,3
1½	35	38	± 0,20	1,3	+ 0,3
2	40	50	± 0,20	1,8	+ 0,3

2. Komponen Pemipaan

a. *Fittings*

Fittings merupakan komponen pembentuk rangkaian berbagai komponen pemipaan sebagai bagian dari suatu sistem pemipaan. Kompoenen fiiting ini banyak sekali bentuk dan fungsinya diantaranya *elbow, Tee dan reducer*.

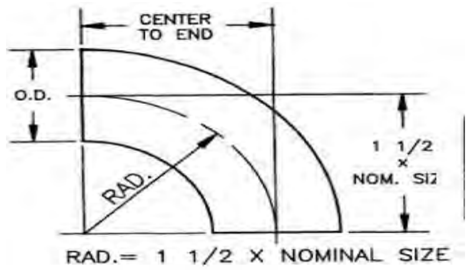


Gambar 3.6. Penyambungan pipa

b. *Elbow*

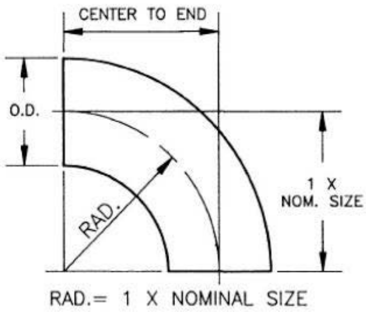
Elbow berfungsi untuk merubah arah aliran atau pembelokkan, komponen ini sangant diperlukan dalam berbagai jenis instalasi pemipaan. Berbagai jenis *elbow* diantaranya :

1) *Long radius*, jenis ini banyak digunakan besar radiusnya adalah 1½ kali dari ukuran nominalnya.



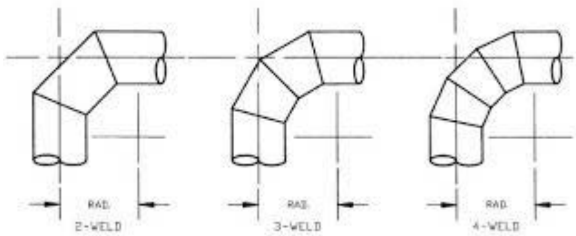
Gambar 3.7*Long Radius Elbow*

2) *Short radius*, jenis ini sesuai dengan kebutuhan, karena khusus dan jarang di pergunakan. Kekhususan penggunaannya di karenakan jenis *elbow* ini memiliki penurunan tekanan (*pressure drop*) yang lebih besar dari pada yang *long radius*. Besar radius nya adalah 1 kali dari ukuran nominalnya.



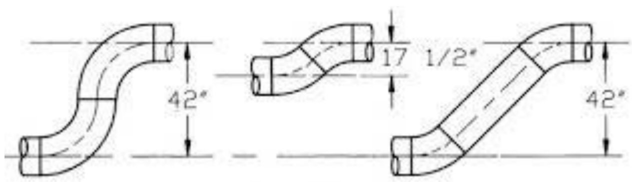
Gambar 3.8*Short Radius Elbow*

3) *Mitter Elbow* (*weld*), jenis ini terbuat dari potongan - potongan pipa. Penggunaan nya juga tertentu di karenakan tidak sehalus aliran elbow jenis lain.



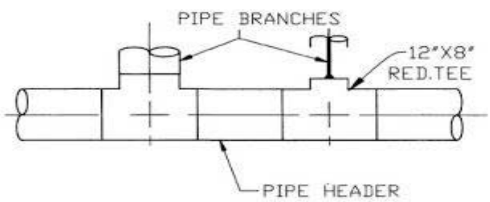
Gambar 3.9 *Mitter Elbow*

4) 45^{o} *Elbow* (*weld*), jenis ini adalah setengah dari *elbow* 90 derajat. Pemilihannya selain untuk ruang yang sempit juga irit *material cost*.



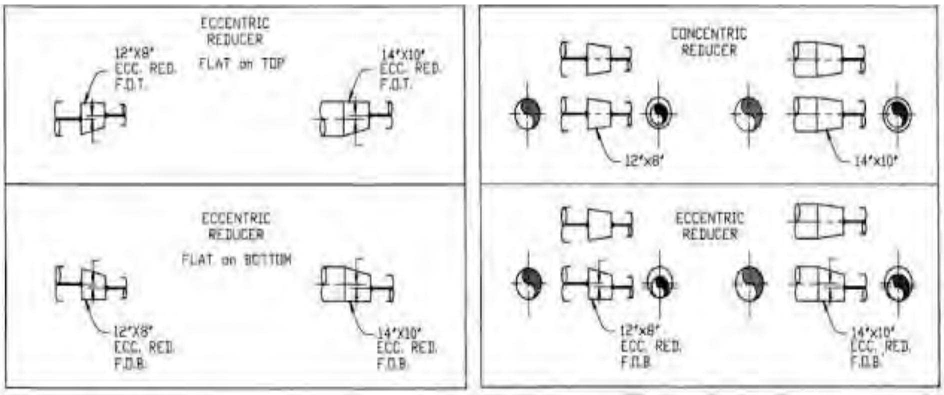
Gambar 3.10 45^{o} *Elbow*

5) *Tee*, merupakan komponen pemipaan yang membuat percabangan dimana ukuran cabangnya sama dengan ukuran utamanya, sedangkan bila ukuran percabangan nya lebih kecil di sebut dengan *Reducer Tee*.



Gambar 3.11 *Tee*

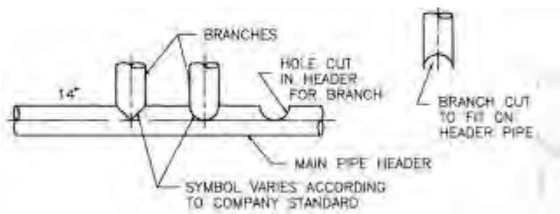
6) *Reducer*, digunakan bila dalam sistem pemipaan membutuhkan adanya perubahan laju aliran atau perubahan ukuran, maka di butuhkan *reducer fittting* ini. ada 2 jenis reducer yang dipergunakan yaitu kosentris dan eksentris.



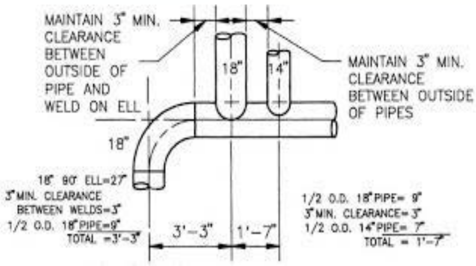
Gambar 3.12 *Reducer*

7) *Stub in*

Stub in jenis percabangan yang langsung pada pipa utamanya. Jenis ini banyak di gunakan sebagai alternatif penggunaan komponen *reducer tee*, tetapi penggunaannya di sesuaikan dengan kalkulasi dan dinyatakan pada *class piping specification*. Bila service dan temperaturnya cukup tinggi dan dari hasil perhitungan *Stub-in* tidak mencukupi maka harus di beri penguatan (*Reinforcment*), bisa berupa *pad*, *sadkke* ataupun *o-let*.



Gambar 3.13. *Stub in*



Gambar 3.14. jarak minimum pada pemasangan *Stub-in*

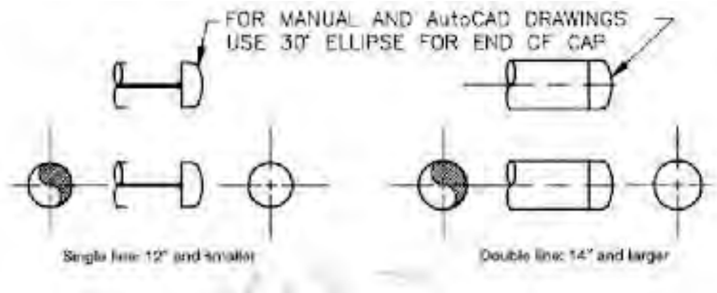
8) Kopling

   Kopling merupakan jenis komponen pemipaan yang diperlukan pada sambungan ukuran kecil seperti las-socket (*Socket weld*) dan ulir (*threaded*). Kopling umumnya di gunakan untuk koneksi instrumentasi.

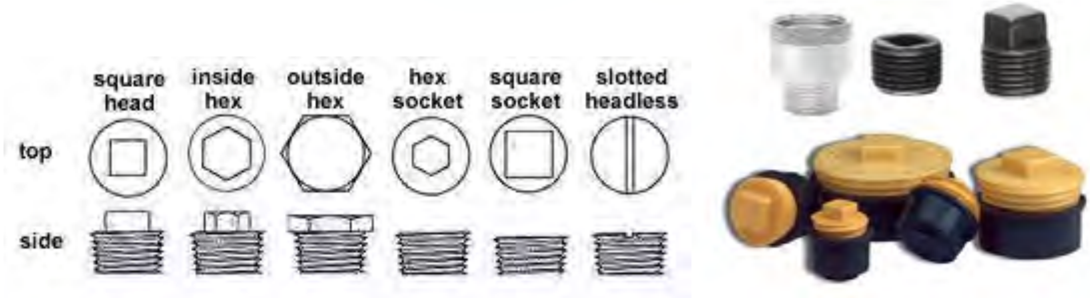
Gambar 3.15. Kopling

9) *Cup*

   Cup atau penutup , komponen ini dipakai untuk mengakhiri suatu line pemipaan (titik buntu), selain berbentuk *cap* (topi) dapat pula dipakai *plugs* (penyumbat yang berulir)

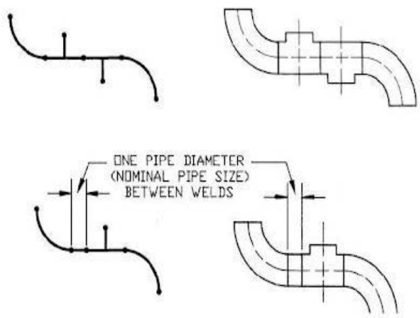


Gambar .15. Penutup (*cap*)



Gambar .17. Penyumbat pipa ulir (*plugs*)

10) *Fitting make up*, diperlukan pada situasi tertentu dalam desain pemipaan, bisa karena ruang yang sempit maka dilakuakan penyambungan antar *fitting* tanpa ada *spool pipa*, hal ini dikenal dengan fitting *make-up*.



Gambar 3.18 . *Fitting make up*

11) Katup (*valves*), adalah sebuah komponen yang digunakan untuk pengaturan aliran fluida seperti membuka dan menutup laju aliran yang terdapat pada instalasi pemipaan.

Gambar.19.Katup pipa

12) *Nipel* pipa (*pipe nipples*), Untuk penyambungan dengan ulir dan las socket ini tidak bisa dilakukan secara *fiiting make-up*,

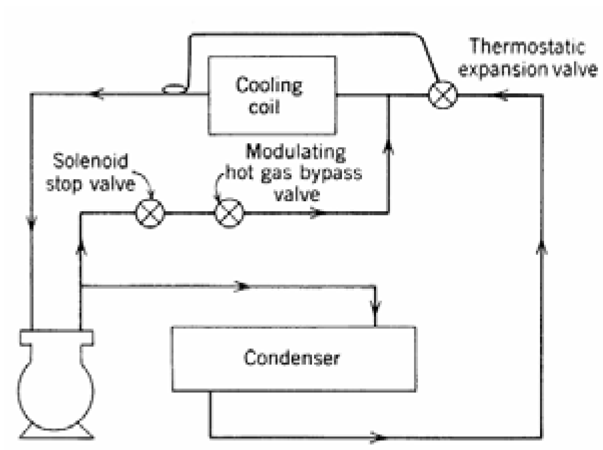
karena dibutuhkan *spool* , *spool* pipa ini dikenal dengan *nipple*. panjangnya *nipple* bervariasi tergantung dari kebutuhan

Gambar.20. *Nipel pipa*

B. Pemipaan pada Sistem Refrijerasi

1. Jenis Pipa

Sistem refrijerasi kompresi uap, adalah salah satu contoh pemipaan tertutup yang menghubungkan empat komponen utama, yaitu kompresor, kondensor, katup ekspansi dan evaporator. Ke-empat komponen utama tersebut saling dihubungkan dengan menggunakan pipa.



Gambar 3.21. Pemipaan sistem refrigerasi

Pekerjaan pemipaan refrijerasi adalah pekerjaan utama dalam perakitan atau pemeliharaan peralatan refrijerasi. Ada empat prinsip yang harus dijadikan acuan oleh setiap teknisi, yaitu

1. Mengetahui apa yang akan dilakukan
2. Memilih alat dan bahan dengan tepat
3. Menjaga alat dan bahan dalam kondisi bersih dan kering
4. Mengutamakan dan mengikuti prosedur keselamatan kerja

Pada bab ini kamu akan mempelajari pengetahuan dan keterampilan untuk melakukan pemeliharaan dan perbaikan pekerjaan pemipaan refijerasi dan tata udara. Pekerjaan pemipaan yang dilakukan adalah menyambung pipa dengan pengelasan. Agar penyembungan dapat dilakukan dengan baik dan tepat, maka pengetahuan tentang pipa dan pengelasan pipa harus dikuasai dengan baik.

Pipa yang banyak digunakan dalam peralatan refrijerasi dan tata udara adalah pipa tembaga. Pipa lain yang sering digunakan adalah pipa alumunium, pipa baja, pipa baja tahan karat, dan pipa plastik. Pemilihan ukuran pipa yang digunakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. *Drop* tekanan harus sekecil mungkin
2. Dapat mengalirkan bahan refrigerant sesuai dengan perencanan atau kecepatan sirkulasi refrigerannya sesuai.

Kalau pipa yang digunakan terlalu kecil akan mengakibatkan kerugian gesekan, bunyi yang keras dan bising karena kecepatan yang tidak sesuai. Kalau pipa yang digunakan ukurannya terlalu besar akan mengakibatkan kegagalan pengembalian minyak/oli kompresor dan pengeringan minyak/oli kompresor yang akhirnya kompresor menjadi macet.

a. Pipa Tembaga

Pipa tembaga adalah pipa yang paling sering digunakan untuk keperluan mesin pendingin yang menggunakan bahan refrigeran jenis R.11, R.12, R.22, dan R.502. Pipa tembaga yang dipergunakan pada mesin pendingin adalah pipa tembaga khusus yang disebut ACR TUBING (*Air Conditioning and Refrigeration Tubing*) yang telah dirancang dan memenuhi persyaratan/karakteristik khusus untuk mesin pendingin. Bagian dalam pipa

untuk keperluan mesin pendingin harus dijaga agar tetap kering dan biasanya dibersihkan dengan menggunakan nitrogen. Ujung-ujung pipa jangan dibiarkan terbuka dan harus ditutup agar tidak terkontaminasi udara luar (uap air) atau kotoran lainnya dengan cara digepengkan ataupun ditutup dengan penutup khusus. Pipa tembaga pada umumnya dibagi menjadi 2 (dua) jenis, yaitu pipa tembaga lunak (*soft*) dan pipa tembaga keras (*hard*). Beda kedua jenis pipa tersebut terletak pada ketebalan dindingnya. Untuk memudahkan identifikasinya, Pabrikan memberikan kode dengan jenis K, L, dan M seperti tertera pada tabel 3.7 . berikut ini :

Tabel 3.7. Ukuran pipa tembaga

Ukuran Nominal (inchi)	Diameter Luar (OD) (inchi)	Ketebalan		
		K	L	M
¼ "	0,375	0,035	0,030	-
3/8"	0,500	0,049	0,035	-
½"	0,625	0,049	0,040	-
5/8"	0,750	0,049	0,042	-
¾"	0,875	0,065	0,045	-
1"	1,125	0,065	0,050	-
1.1/4"	1,375	0,065	0,055	0,042
1.1/2"	1,625	0,072	0,060	0,049
2"	2,125	0,083	0,070	0,058
2.1/2"	2,625	0,095	0,080	0,065
3"	3,125	0,109	0,090	0,072
3.1/2"	3,625	0,120	0,100	0,083
4"	4,125	0,134	0,110	0,095
5"	5,125	0,160	0,125	0,109
6"	6,125	0,192	0,140	0,122
8"	8,125	0,271	0,200	0,170
10"	10,125	0,338	0,250	0,212
12"	12,125	0,405	0,280	0,254

1) Pipa Tembaga Lunak

Pipa tembaga lunak biasanya digunakan pada mesin-mesin pendingin jenis domestik dan komersial. Pipa tembaga ini memiliki sifat kekerasan

tertentu yang disebut "*Annealed Copper Tubing*", yaitu, pipa dipanaskan kemudian dibirkan mendingin sendiri. Hal ini membuat pipa tembaga menjadi lunak dan mudah dibentuk. Pipa tembaga lunak mempunyai sifat khusus. Jika pipa dibengkokan berulang kali maka pipa tersebut akan menjadi keras dan kaku, sehingga mudah rusak, retak atau patah. Sifat ini dapat diperbaiki dengan cara memanaskan pipa tersebut sampai warnanya berubah menjadi merah atau ungu dan didinginkan secara perlahan-lahan di udara, selanjutnya pipa dapat dengan mudah dibentuk seperti semula. Pekerjaan ini dinamakan Proses "*ANNEALING*".

Penyambungan pipa tembaga ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu (1) pengelasan (brasing), (2) tanpa pengelasan, tetapi menggunakan *flare fitting* yang disebut sebagai *flare nut*, yaitu baut khusus untuk keperluan penyambungan secara cepat (*flaring*). Pipa tembaga lunak ini biasanya diperjualbelikan di pasaran dalam bentuk rol dengan panjang yang bervariasi mulai dari 25 feet, 50 feet dan 100 feet dengan diameter luar (OD) dalam satuan *inchi*. Ukuran yang tersedia di pasaran adalah 3/16, ¼, 5/16, 3/8, 7/16, ½, 9/16, 5/8 dan ¾ *inchi*. Ketebalan pipa tergantung pada diameter luar pipa. Misalnya, pipa ¼" memiliki ketebalan 0,03 *inchi*. Pipa ¾ *inchi*, 0,35 *inchi*.

Gambar 3.22 Pipa Tembaga

2) Pipa Tembaga Keras

Pipa tembaga keras biasanya digunakan pada mesin pendingin untuk keperluan komersial, dimana sifat pipa tembaga ini kaku dan keras, jadi pada saat pemasangan pipa tersebut harus dipasang klem atau penyangga sebagai tumpuan dan pengikatnya, apalagi jika ukuran diameter pipa yang digunakan ukurannya besar. Pipa tembaga keras

tidak dapat dibengkokkan, jadi harus menggunakan elbow bila diperlukan bengkokan. Penyambungan pipa hanya hanya dilakukan dengan sistem pengelasan dengan las perak (*silver brasing*) atau menggunakan *flare fitting*. Penyolderan hanya dilakukan untuk saluran tekanan rendah. Pipa tembaga keras ini diperjualbelikan di pasaran dalam bentuk batangan, dimana setiap batangnya mempunyai panjang kurang lebih 7 meter.

b. Pipa Aluminium

Pipa aluminium banyak dipergunakan sebagai bahan evaporator. Daya hantar panas pipa aluminium ini tidak begitu baik jika dibandingkan dengan daya hantar panas pipa tembaga, dan harganyapun relatif lebih mahal. Penyambungan atau pengelasan pipa aluminium tidak semudah penyambungan pipa tembaga, dimana harus menggunakan las khusus yang disebut las MIG, atau bisa juga dengan menggunakan kawat las Platinum 52 dengan campuran boraks atau fluks 52 dengan nyala api yang teratur, dimana apinya tidak boleh bersentuhan secara langsung dengan fluks 52 yang telah dioleskan, disinipun diperlukan keterampilan las secara khusus. Kasus kerusakan atau kebocoran evaporator pada mesin pendingin seringkali terjadi. Untuk mengatasinya jika kebocorannya tidak terlampau besar kebocorannya bisa di tutup dengan menggunakan lem APOXY atau HARDEX. Karena tekanan pada bagian evaporator adalah rendah, jadi dengan sistem pengeleman saja sudah cukup tanpa perlu pengelasan. Gambar berikut menunjukan bentuk evaporator yang ada di pasaran dengan kapasitas bermacam-macam.

Gambar 3.23. Model evaporator yang ada di pasaran

c. Pipa Baja

Pipa baja juga banyak sekali dipergunakan pada mesin pendingin untuk keperluan domestik, seperti halnya pada kondensor lemari es. Ada beberapa pipa baja dengan ketebalan dinding tertentu yang biasa digunakan pada mesin pendingin, adapun ukuran diameter pipa baja tersebut sama dengan ukuran diameter pipa tembaga, sedangkan cara penyambungan dari pipa baja adalah dengan sistem brasing dan ada pula yang menggunakan ulir. Pipa tembaga atau kuningan tidak dapat digunakan pada sistem pendingin yang menggunakan bahan refrigeran amoniak (R.717), dimana sifat pipa tembaga ini mudah bereaksi jika terkena amoniak, jadi untuk mesin pendingin yang menggunakan bahan refrigerannya amoniak harus menggunakan pipa baja. Adapun ukuran-ukuran pipa baja yang ada di pasaran adalah sebagaimana tertera pada tabel berikut :

Tabel 3.8 Ukuran pipa Baja

Diameter luar							
Pecahan	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	11/4
Decimal	0,25	0,375	0,500	0,625	0,750	1,0	1,25
mm	6,35	9,52	12,7	15,87	19,05	25,4	31,75

d. Pipa Baja Stainless

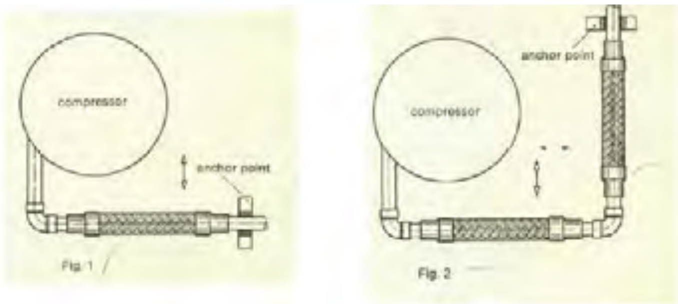
Pipa Baja stainless pada umumnya mempunyai fungsi yang sama dengan pipa refrigeran lainnya, dimana pipa baja stainless ini sangat kuat terhadap korosi dan sangat mudah dalam melakukan penyambungannya, dimana bisa menggunakan brasing maupun menggunakan ulir. Pipa baja stainless No.304 sering sekali digunakan pada mesin pendingin untuk *Food Processing, Manufacture Ice Cream, Milk Cool Storage* dan yang lainnya, karena pipa baja stainless ini mempunyai kadar karbon (C), Nickel (Ni), dan Chronium (Cr) yang sangat rendah sekali.

e. Pipa Fleksibel

Getaran-getaran yang diakibatkan oleh bekerjanya kompresor dapat mengakibatkan kerusakan pada sambungan pipa, khususnya sambungan pipa ke kompresor. Untuk mengatasi hal tersebut maka pada bagian tersebut perlu dipasang pipa fleksibel yang dapat meredam getaran. Bahan konstruksi dari pipa fleksibel terbuat dari selang perunggu fleksibel yang dilapisi dengan anyaman pita rambut perunggu dan disambungkan dengan pipa tembaga sebagai ujung-ujungnya. Pipa fleksibel ini dapat digunakan pada mesin pendingin yang menggunakan bahan refrigerant R12, R13, R22, R24, R114, R502 atau yang sejenisnya kecuali untuk NH3 (Amoniak). Pipa fleksibel ini di desain untuk nominal tekanan 25 atg, dan temperature pada kisaran -70^{0}C sampai dengan +200^{0}C. Ukuran pipa fleksibel yang ada dipasaran bermacam-macam seperti yang tertera pada tabel.

Tabel 3.9. Data teknik pipa fleksibel

TO FIT COPPER TUBING HAVING		ID FLEXIBLE HOSE	A LENGTH OF COPPER TUBE END	B LENGTH OF FLEXIBLE HOSE	C OVERALL LENGTH
ACTUAL OD	NOMINAL ID				
¼"	1/8"	3/16"	½"	6"	7"
¼"	1/8"	¼"	½"	6½"	7½"
3/8"	¼"	5/16"	5/8"	7"	8¼"
½"	3/8"	3/8"	¾"	7½"	9"
5/8"	½"	½"	7/8"	8"	9¼"
¾"	5/8"	½"	1"	8"	10"
¾"	5/8"	¾"	1-1/8"	9"	11¼"
7/8"	¾"	¾"	1¼"	9"	11½"
1-1/8"	1"	1"	1½"	10"	13"
1-3/8"	1¼"	1¼"	1-5/8"	11½"	14¾"
1-5/8"	1½"	1½"	2"	13"	17"
2-1/8"	2"	2"	2½"	15"	20"
2-5/8"	2½"	2½"	3"	18"	24"
3-1/8"	3"	3"	3½"	20"	27"
3-5/8"	3½"	3½"	4"	24"	32-5/8"
4-1/8"	4"	4"	4½"	24"	33-3/8"
5-1/8"	5"	5"	5½"	30"	41"
6-1/8"	6"	6"	6½"	36"	49"



Gambar 3.24 . Pemasangan pipa fleksibel

Tabel 3.10. Data teknik pipa fleksibel

NOM. DIA.	CONNECTION FOR OD OF TUBE d_1		s	BRAZING LENGTH l_1		l_2	d_2	d_3	NOM. LENGTH ±6
	ins	mm	mm	ins	mm	mm	mm	mm	mm
6	¼	6,4	1	5/16	8	14	11,7	14	180
8	3/8	9,5	1	5/16	8	16	14,3	17	200
10	½	12,7	1	3/8	10	20	16,7	20	220
12	5/8	15,9	1	½	13	22	19,3	22	250
16	¾	19,1	1	5/8	16	25	23,8	26	250
20	7/8	22,2	1	¾	19	32	28,7	32	280
25	1-1/8"	28,6	1,5	29/32	23	36	35,2	38	320
32	1-3/8	34,9	1,5	31/32	25	40	44,0	48	360
40	1-5/8	41,3	1,5	1-5/32	29	50	52,3	56	450
50	2-1/8	54,0	2	1-11/32	34	63	75,0	80	500

f. Pipa Kapiler

Sistem pengontrol laju refrijeran yang paling sederhana adalah pipa kapiler. Seperti namanya pipa kapiler terdiri dari pipa panjang dengan diameter yang sangat kecil. Diameter pipa kapiler antara 0,26 sampai 0,4 inci. Gambar 3.25 memperlihatkan sistem refrijerasi dengan pipa kapiler.

Gambar 3.25. Sistem Pipa Kapiler

Pada ukuran panjang dan diameter tertentu, pipa kapiler memiliki tehanan gesek yang cukup tinggi sehingga dapat menurunkan tekanan kondensasi yang tinggi ke tekanan evaporasi yang rendah. Pipa kapiler berfungsi menakar jumlah refrijeran cair ke evaporator dan untuk menjaga beda tekanan anatara tekanan kondensasi dan tekanan evaporasi tetap konstan. Karena pemasangan pipa kapiler terhubung seri di dalam sistem refrijerasi, maka ukuran kapasitas penyaluran refrijeran cair yang dihasilkan oleh pipa kapiler harus sesuai dengan kapasitas kompresi dari kompresor. Oleh karena itu untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi, maka kapasitas pipa kapiler harus sama dengan kapasitas kompresi kompresor. Bila hambatan gesek pipa kapiler terlalu besar, karena pipa kapilernya terlalu panjang atau terlalu kecil, maka kapasitas pipa untuk menyalurkan refrijeran cair dari kondenser ke evaporator menjadi lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas kompresi.

Akibatnya evaporator kekurangan refrijeran cair, tekananya turun. Di lain pihak refrijeran cair di kondensor naik, sehingga tekanan kondensasinya naik. Efek pendingian kurang. Sebaliknya, jika hambatan gesek pipa kapiler terlalu kecil, karena pipa kapilernya terlalu pendek atau terlalu besar, maka kapasitas pipa untuk menyalurkan refrijeran cair dari kondenser ke evaporator menjadi lebih besar ibandingkan dengan kapasitas kompresi. Akibatnya evaporator kelebihan refrijeran cair, tekanannya naik. Tidak semua refrijeran cair dapat menguap di evaporator. Kompresor menghisap liquid refrijeran. Untuk meningkatkan unjuk kerja sistem dengan pipa kapiler, maka sebagian pipa kapiler direkatkan pada pipa suction, atau sebagian pipa kapiler dimasukkan ke dalam pipa suction, seperti yang dilakukan pabrikan lemari es untuk keperluan rumah tangga.

Pipa kapiler (*capilary tube*)Juga disebut : *Impedance tube, Restrictor tube* atau *choke tube*. Pipa kapiler dibuat dari pipa tembaga dengan lubang dalam yang sangat kecil. Panjang dan lubang pipa kapiler dapat mengontrol jumlah bahan pendingin yang mengalir ke evaporator. Pipa kapiler memiliki fungsi sebagai berikut:

1) Menurunkan tekanan refrigerant cair yang mengalir didalamnya
2) Mengatur jumlah refrigerant cair yang mengalir melaluinya

3) Membangkitkan tekanan bahan pendingin di kondensor

Pipa kapiler terdiri dari berbagai macam ukuran. Yang diukur bagian diameter dalam (*Inside Diameter*/ID) dari pipa, lain halnya dengan pipa tembaga yang diukur adalah diameter luar (*outside diameter*/OD) Pipa kapiler tidak boleh dibengkok terlalu tajam, karena dapat menyebabkan tersumbatnya lubang pipa. Pipa kapiler menghubungkan saringan (*filter dryer*) dan evaporator, merupakan batas antara sisi tekanan tinggi dan tekanan rendah dari sistem. Pada bagian tengahnya sepanjang mungkin dilekatkan dengan saluran hisap dan disolder. Bagian yang disolder ini dinamakan Penukar Kalor (*heat exchanger*). Jika kita tidak mempunyai ukuran panjang dan ID pipa kapiler yang tepat untuk lemari es yang hendak diperbaiki, kita dapat memakai daftar pemakaian pipa kapiler pada tabel 3.11.

Table 3.11 Daftar pemakaian pipa kapiler

			Untuk dipakai pada suhu:		
D.K.	Bahan pen-dingin	Kon-den-sor*	Rendah −23 s/d −15°C I.D. x meter	Sedang −15 s/d −6.5°C I.D. x meter	Tinggi −6.7 s/d +1.7°C I.D. x meter
1/20	R−12	S−F	0.026 x 4.88	0.026 x 3.05	
1/12	R−12	S−F	0.026 x 3.62	0.031 x 3.62	–
1/9	R−12	S	0.026 x 3.62	0.031 x 3.62	
1/9	R−12	F	0.026 x 3.05	0.031 x 3.05	
1/8	R−12	S−F	0.026 x 3.05	0.031 x 3.05	
1/6	R−12	S	0.031 x 3.62	0.036 x 3.62	
1/6	R−12	F	0.031 x 3.05	0.036 x 3.05	0.036 x 2.44
1/5	R−12	S	0.031 x 3.05	0.036 x 3.05	
1/5	R−12	F	0.031 x 2.44	0.036 x 2.44	0.044 x 2.29
1/4	R−22	S	0.036 x 3.62		
1/4	R−12	F	0.036 x 3.05	0.044 x 4.57	0.044 x 2.59
1/3	R−22	F	0.036 x 3.05	0.044 x 4.57	
1/3	R−12	F	0.044 x 3.77	0.050 x 3.95	0.050 x 3.36
1/2	R−22	F	0.044 x 4.57	0.044 x 2.74	
1/2	R−12	F	0.055 x 3.36	0.055 x 2.74	0.055 x 2.29
3/4	R−22	F	0.055 x 3.36	0.055 x 2.74	
3/4	R−12	F	0.055 x 2.29	0.070 x 3.62	0.080 x 3.05
1	R−22	F	0.064 x 3.05	0.070 x 3.62	
1	R−12	F	0.070 x 3.05	2(0.055 x 3.36)	2(0.055 x 2.29)
1½	R−22	F		2(0.055 x 2.29)	2(0.064 x 2.44)

* S – Statis F- Fan

S – Statis untuk kondensor tanpa fan motor, dan

F – Fan untuk kondensor yang memakai fan motor

Semua ukuran ID (*Inside Diameter*) x panjang pipa kapiler di atas, hanya dipakai sebagai perkiraan saja, apabila kita tidak mengetahui ukuran dan panjang pipa kapiler yang harus dipakai. Pada pelaksanaannya dapat diadakan perubahan, untuk disesuaikan dengan keperluannya.

Semua ukuran ID (*Inside Diameter*) x panjang pipa kapiler di atas, hanya dipakai sebagai perkiraan saja, apabila kita tidak mengetahui ukuran dan panjang pipa kapiler yang harus dipakai. Pada pelaksanaannya dapat diadakan perubahan, untuk disesuaikan dengan keperluannya. Panjang dan ID dari setiap pipa kapiler di atas dapat diubah dan disesuaikan dengan ID pipa kapiler yang telah kita miliki, dengan memakai daftar perbandingan panjang pipa kapiler pada tabel 3.12.

Tabel 3.12 Daftar Perbandingan Panjang Pipa Kapiler

Tube ID	.026 ID	.031 ID	.036 ID	.042 ID	.044 ID	.050 ID	.055 ID	.064 ID	.070 ID
.024	1.44								
.025	1.20								
.026	1.00	2.24							
.028	.72	1.59							
.030	.52	1.16							
.031	.45	1.00	2.00						
.032		.86	1.75						
.033		.75	1.54						
.034		.65	1.35						
.035		.58	1.16	2.31					
.036		.50	1.00	2.10					
.037		.45	.90	1.79	2.22				
.038		.39	.80	1.59	1.92				
.039		.35	.71	1.41	1.75				
.040		.31	.63	1.25	1.55				
.041		.28	.56	1.12	1.38	2.50			
.042		.25	.50	1.00	1.24	2.23			
.043		.23	.45	.87	1.11	1.98			
.044		.20	.39	.81	1.00	1.79			
.045			.35	.73	.90	1.60			
.046			.32	.67	.82	1.47	2.27		
.047				.59	.74	1.31	2.06		
.048				.54	.67	1.20	1.87		
.049				.49	.61	1.09	1.69		
.050				.45	.56	1.00	1.56		
.051				.41	.51	.93	1.44		
.052					.47	.85	1.32		
.053					.43	.78	1.20		
.054					.39	.70	1.09	2.15	
.055					.36	.64	1.00	2.00	
.056						.60	.94	1.85	
.057						.55	.87	1.72	
.058						.51	.80	1.56	
.059						.47	.73	1.44	2.18
.060						.43	.67	1.33	2.04
.064						.32	.50	1.00	1.50
.070							.33	.67	1.00
.075								.48	.73
.080									.54
.085									
.090									
.095									
.100									
.105									

Cara pembacaan tabel 3.12. :

1) Letakan ukuran ID (*Inside Diameter*) pipa kapiler yang telah dikatahui pada lajur paling kiri

2) Tarik garis mendatar ke kanan sampai memotong lajur ukuran ID pipa kapiler di atas yang hendak kita pakai. Kita mendapatkan faktor pengali. Pilihlah beberapa faktor pengali yang berada dalam kurung.
3) Kalikan panjang pipa kapiler baru yang diketahui dengan faktor yang diperoleh pada langkah 2. Untuk lemari es pilihlah lemari es dengan panjang minimum 1,5 meter dan maksimum 4,5 meter.
4) Hasilnya kita mendapatkan pipa kapiler dengan ID yang baru dan panjang yang tertentu, dengan tahanan dan sifat yang sama dengan pipa kapiler sebelumnya.

Contoh 1

Lemari es dengan kompresor 1/6 PK, kondensor statis, direncanakan untuk dipakai pada suhu rendah -20^{0}C. Berapa ukuran pipa kapiler yang diperlukan?

Dengan melihat 3.12 (Daftar pemakaian pipa kapiler), kompresor 1/6 PK dengan kondensor statis untuk suhu evaporator –20^{0}C, harus memakai pipa kapiler 0.031 ID dengan panjang 3.62 meter.

Contoh 2

Pipa kapiler 0.040 ID panjang 3 meter, hendak ditukar dengan pipa kapiler lain ID yang dapat memberikan karakteristik yang sama. Dengan melihat 3.12(Daftar perbandingan panjang pipa kapiler), pada lajur paring kiri dari 0.040 tarik garis mendatar ke kanan, akan mendapatkan beberapa faktor :

- Di bawah 0.036 ID didapat faktor 0.62
- Di bawah 0.042 ID didapat faktor 1.25

Kalikan panjang pipa kapiler yang telah diketahui 3 meter dengan faktor yang diperoleh. Dengan pipa kapiler 0.036 ID – 0.62 x 3 m = 1.86 meter

Pipa kapiler pengganti (0.036 ID, panjang 1.86 m) dapat memberikan tahanan yang sama seperti kapiler 0.040 ID panjang 3 meter.

2. *Soldering Fitting*

Soldering fitting adalah aksesoris pemipaan yang berguna untuk membantu melakukan sambungan dan pencabangan dengan cara pengelasan. Beberapa jenis *soldering fitting* yang sering digunakan adalah :

a. *Socket* (*Coupling*)

Socket adalah salah satu jenis aksesoris pemipaan, dimana fungsi dari *socket* ini adalah untuk membantu melakukan penyambungan 2 buah pipa yang berdiameter sama. Ukuran *socket* mengikuti ukuran pipa tembaga lunak tetapi dinyatakan dengan ukuran diameter dalam atau ID.

Gambar 3.26.

b. Reducing Socket

Reducing socket adalah salah satu jenis aksesoris pemipaan, dimana fungsi dari *reducing socket* ini untuk membantu melakukan penyambungan dua buah pipa yang diameternya berbeda. Ukuran *reducing socket* sama seperti ukuran pipa tembaga.

Gambar 3.27 *Reducing socket*

c. Bengkokan pipa (*Elbows*)

Di pasaran *elbow* tersedia dengan berbagai jenis, diantaranya ada elbow 45^0, 90^0, dan ada pula yang radius bengkokannya 180 derajat .

Gambar 3.28 *Elbows*

d. *Socket* Cabang T

Untuk membuat pencabangan pipa saluran mesin pendingin baik itu untuk menempatkan alat ukur tekanan rendah maupun tekanan tinggi atau pemasangan pentil atau komponen lainnya, maka disini diperlukan suatu alat aksesoris yang disebut dengan *socket* cabang T.

Gambar 3.29 Cabang T

e. *Flare Fitting*

Flare fitting adalah salah satu aksesoris pemipaan yang berfungsi untuk membantu melakukan penyambungan pipa yang tidak permanen, baik itu sambungan pipa dengan pipa, maupun pipa dengan komponen yang lainnya seperti halnya dengan *filter dryer*, *sight glases, solenoid,* atau *stop* kran.

Perbedaan *flare fitting* dan *soldering fitting* adalah terletak pada proses pengerjaannya saja, dimana *soldering fitting* proses pengerjaannya dengan alat Bantu las (*brasing*) sedang *flare fitting* tanpa pengelasan.

Gambar 3.30*Flare fitting*

f. Flare nuts

Flare nuts adalah salah atu aksesoris pemipaan yang merupakan Pasangan dari double flare dan mempunyai bentuk menyerupai Mur (*nuts*), dimana fungsinya sama seperti *flare fitting*. Adapun jenis-jenis dari *flare nuts* yang ada di pasaran adalah sebagai berikut :

1) *flare nuts – Plain*
2) *flare nuts – Short Barrel*
3) *flare nuts – Frost Proof*
4) *flare nuts – Frost Proof Grooved*
5) *flare nuts – Plain Reducing*
6) *flare nuts – Frost Proof Reducing*
7) *flare nuts – Frost Proof Grooved Reducing*

Gambar 3.30 *Flare nuts*

g. *Double Fitting*

Double Fitting adalah salah satu bagian dari *flare fitting, double fitting* ini tidak selamanya berbentuk double fitting khusus akan tetapi bisa berupa *stop* kran, *filter dryer*, dan sebagainya. Adapun bentuk-bentuk atau jenis-jenis dari *double fitting* yang khusus adalah sebagai berikut :

Double fitting berbentuk lurus, *double fitting* jenis ini adalah sebagai berikut :

1. *Double fitting*
2. *Double fitting reducing*
3. *Male flare to male flare*
4. *Male flare to Female Flare*
5. *Male flare to Paralel male BSP*
6. *Male flare to female BSP*
7. *Female flare to female BSP*
8. *Female flare to female flare*
9. *Female BSP to Female flare*
10. *Female Flare to Female BSP*
11. *Male BSP to solder*
12. *Female BSP to solder*
13. *Male flare to solder*

Gambar 3.30 *Double Fitting*

Double flare bentuk *elbows* ini berfungsi untuk membantu melakukan pembuatan sambungan pada belokan dengan menggunakan jenis sambungan *flaring fitting*. Dimana jenis-jenis dari pada double flare bentuk elbows ini adalah sebagai berikut:

1. *Double flare*
2. *Male BSP to Male BSP*
3. *Male flare to solder*
4. *Male flare to female flare*
5. *Female BSP to male BSP*
6. *Male Flare to female BSP*
7. *Female BSP to Female BSP*
8. *Double flare reducing*
9. *Male flare to female BSP*
10. *Male BSP to solder*

C. Peralatan Pemipaan

Gambar 3.31 Peralatan pemipaan

1. Pemotong pipa (*Tubing cutter*)

Alat pemotong pipa ada 2 macam yaitu *tubing cutter* dan gergaji (*hacksaw*). Yang perlu diperhatikan pada saat memotong pipa adalah jangan sampai kotoran-kotoran masuk dalam sistem waktu memotong pipa. Untuk memotong pipa dengan *tubing cutter*, pipa dimasukan antara *roller* dan *cutting wheel*. *Tightening knob* berfungsi untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang dipotong.

Cutting, merupakan proses pemotongan pipa tembaga atau material pipa lunak lainnya dengan menggunakanpemotong pipa (*tubing cutter*).Pemotong pipa tembaga (*tubing cutter*) digunakan agar potongan menjadi rata dan pipa tetap bulat serta tidak ada retakan, hal ini penting agar pada saat pipa di *flare* atau di *swage* pipa tidak pecah dan hasilnya baik.

Gambar 3.31 ***Tubing Cutter***

Bila roda pemotong ditukar dengan roda penekan yang tumpul, maka fungsi *tubing cutter* akan berubah menjadi memperkecil ujung diameter pipa, sehingga dapat disambung dengan pipa yang lebih kecil.

Gambar 3.32 Cara memotong pipa

2. Penguliran,

Penguliran merupakan proses pembuatan ulir bagian luar pada ujung pipa yang relative besar sedangkan untuk pipa berukuran kecil menggunakan *fitting* ulir untuk penyambungan pipa. Proses membuat ulir dilakukan melalui tahapan-tahapan, yaitu persiapan penguliran, memasang alat pembuat ulir (*sney*), dan penguliran itu sendiri. Bagian ujung pipa yang akan diulir dikikir miring (*chamfer*) untuk memudahkan masuknya alat pembuat ulir (*sney*), alat pengulir ini mempunyai gigi pengulir yang dapat dilepas dan diganti sesuai dengan besar kecilnya diameter pipa yang akan diulir.

Gigi pengulir ini tiap-tiap ukuran merupakan satu rangkaian yang terdiri dari 4 buah, yang masing-masing diberi nomor urut 1, 2, 3, dan 4. Memasang gigi pengulir harus tepat pada lubangnya dengan cara mencocokkan nomor yang ada pada gigi pengulir dengan nomor yang ada pada rumah pengulir, kemudian dikunci hingga terpasang kokoh.Pipa yang akan diulir dijepit pada ragum pipa dengan kuat agar pipa tidak berputar. Ketika dibuat ulir dan ujung pipa ditonjolkan kira-kira 13 ÷ 15 cm. Ujung pipa dimasukkan ke mulut rumah gigi pengulir dengan hati-hati dan diusahakan jangan sampai miring. Bidang muka alat pengulir harus tegak lurus pada pipa, kemudian pengarah dikencangkan hingga menjepit pipa.

Gambar 3.33 Pengulir pipa

Alat pengulir diputar searah jarum jam sambil ditekan. Pemutaran alat pengulir dilakukan secara perlahan-lahan dengan gerakan yang teratur. Oli pemotong yang memadai harus diberikan untuk meningkatkan efisiensi pemotongan. Pemutaran alat pengulir dihentikan ketika sisi bagian dalam dari gigi pengulir telah sampai batas penguliran. Pengarah putaran dibalik dan alat pengulir diputar berlawanan arah putaran semula untuk mematahkan beram (*chip*), kemudian alat pengulir disetel kembali untuk pemakanan kedua dan selanjutnya hingga garis indeks segaris dengan tanda dari besar diameter pipa yang diulir pada permukaan alat pengulir.

3. *Reamer* dan *Deburrer*

Pipa tembaga setelah dipotong ujungnya tidak rata pada bagian dalam maupun bagian luarnya. Harus diratakan dengan reamer. Pengerjaan membersihkan ujung pipa setelah dipotong sangat penting sebelum pipa dikembangkan (*flare*) atau dibesarkan (*swage*). Pisau pada reamer dan deburrer dibuat dari baja yang dikeraskan. Dipakai untuk meratakan ujung pipa yang telah dipotong. Dapat untuk meratakan ujung pipa dari 3/16 s.d. 1.1/2 " pada bagian dalam dan bagian luarnya. Pemotong pipa ada juga yang dilengkapi dengan pisau reamer (*reamer blade*) dan kikir.

Gambar 3.34 *Reamer* (A), *Deburrer* (B)

4. *Flaring/Swaging Tool*

a. *Flaring Tool*

Alat ini berfungsi untuk mengembangkan diameter ujung pipa agar dapat disambungkan dengan sambungan berulir (*flare fitting*). *Flaring tool*l terdiri dari 2 buah block yang disatukan dengan baut dan mur kupu-kupu (wing nut).

Kedua penjepit ini diberi lubang dari beberapa ukuran pipa 3/16” s.d. 5/8”. Sebuah joke ujungnya bercabang dapat diselipkan pada penjepit tersebut. Pada bagian atas *yoke* mempunyai sebuah baut yang panjang. Pada bagian atas baut diberi batang pemutar dan pada bagian bawah diberi sebuah *flare cone* (*spinner*). *Flare cone* tersebut berbentuk kerucut dengan sudut 45 derajat untuk menekan dan mengembangkan ujung pipa.

Gambar 3.35 *Flaring Tool*

Flaring , adalah proses untuk membuat ulir bagian dalam pada ujung pipa tembaga denganmenggunakan *flaring tool*s agar pipa dapat disambung dengan sambungan pipa dari kuninganyang berulir (*flare fitting*). Sebelum ujung pipa dilakukan penguliran, terlebih dahulu memasukkan *flare nut* (mur dari kuningan). Selanjutnya baru ujung pipa tersebut di masukkan pada *flaring block*, dengan ujung pipa dibuat 3 mm di atas *flaring block*.

b. *Swaging*

Swaging, merupakan proses untuk membesarkan ujung pipa tembaga dengan menggunakan *Swaging tool*, agar dua buah pipa yang sama diameternya dapat disambungdengan las perak (*silver brasing*). Panjang sambungan untuk tiap ukuran pipa berbeda, pada umumnya diambil sepanjang diameter dari pipa yang akan disambung.

Gambar 3.36 *Screw* Jenis *Swaging Tool*

Untuk membesarkan ujung pipa, agar dua buah pipa yang sama diameternya dapat disambung dengan solder timah atau las perak. Panjang sambungan untuk tiap pipa berbeda, pada umumnya diambil sepanjang diameter dari pipa yang akan disambung. *Swagging tool* ada 2 macam :

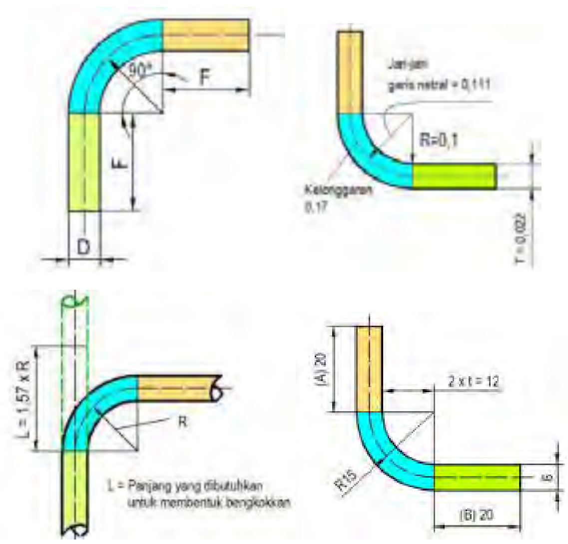
1. Model dipukul (*Punch* jenis)
2. Model diputar (*Screw* jenis)

Pemakaiannya hampir sama dengan *flaring tool*. Di sini *flare cone* ditukar dengan *swaging punch* (*swaging dies* atau *swage adaptor*).

Gambar 3.37 *Punch* Jenis *Swaging Tool*

4. Pembengkok pipa (*Tube Bender*)

Untuk membengkok pipa tembaga lunak. Pipa 3/16" dan ¼" dapat dibengkok dengan tangan tanpa memakai alat, tetapi dengan mempergunakan alat pembengkok pipa akan diperoleh hasil bengkokan yang tepat dan rapi. Alat pembengkok pipa juga dapat menghindarkan pipa menjadi gepeng dan rusak.

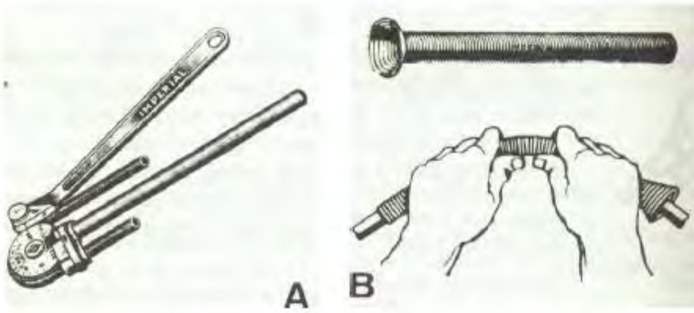


Gambar 3.38 Pembengkokan pipa

Pembengkokan pipa (*tube bending*), merupakan proses untuk membengkokkan pipa tembaga atau material pipa lunak lainnya denganmenggunakan alat *tube bender* dan *spring bender* agar diperoleh hasil bengkokkan yang tepat dan rapi. Pemakaian *tube bender* dapat menghindarkan pipa menjadi gepeng atau rusak pada saat pipa dibengkokkan. Alat pembengkok pipa ada 2 macam :

a. Dengan rol dan tuas (*Lever* jenis *tube bender*)

Pembengkok pipa tersebut ada 2 macam : Lilitan pegas di luar (*Outside spring*) dan lilitan pegas di dalam (*Inside spring*). Yang pertama pipa dimasukan ke dalam pegas dan untuk yang kedua pegas dimasukan ke dalam pipa. Inside spring hanya dapat dipakai untuk membengkokan ujung pipa, sedangkan *Outside spring* dapat dipakai untuk membengkokan semua bagian dari pipa.



Gambar 3.39 *Lever* jenis *bender* (A), *Spring* jenis *bender* (B)

Spring bender, merupakan alat pembengkok pipa baik itu untuk pembengkokan luar *(eksternal spring bender)* dan pembengkokan dalam (*internal spring bender*) untuk pipa dengan material seperti tembaga, aluminum, dan bahan pipa metalik lunak lainnya. Ukuran diameter luar pada external spring benders terdiri dari 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", dan 5/8", sedangkan ukuran diameter dalam pada internal spring benders 3/8", 1/2", dan 5/8 *inchi*. Pada pembengkokan luar, pipa dimasukkan kedalam selongsong *eksternal spring bender* kemudian dilakukan pembengkokan sesuai kebutuhan, sebaliknya proses pembengkokan dalam dilakukan dengan cara *internal spring bender* dimasukkan kedalam pipa yang akan dibengkokan.

Gambar 3.40. *internal bender* ¾"

2. Dengan pegas (*Spring* jenis *tube bender*)

Alat pembengkok jenis ini dapat membuat bengkokan pipa dengan radius tertentu sesuai dengan diameter dari rol, dapat sudut bengkokan dengan akurat dengan hasil bengkokan sangat baik. Dapat membengkokan pipa dari 0 – 180 derajat. Alat pembengkok pipa pada gambar 4.8 A hanya dapat membengkok satu macam ukuran pipa saja, sedangkan alat pembengkok pipa kecil pada gambar 4.9 memiliki 3 atau 4 rol yang disatukan. Dapat

untuk membengkok pipa untuk berbagai ukuran diameter pipa, untuk pipa 3/16”,1/4”,5/16” dan 3/8 *inchi*.

Gambar 3.41. ***Multi Lever Bender***

5. Alat Pembantu pipa (*Pinch-Off tool*)

Alat ini dipakai untuk membuntukan ujung pipa. Pembuntu pipa dibuat oleh beberapa pabrik dengan bermacam-macam model, bentuk, dan sifat.

Gambar 3.42. ***Pinch-Off tool***

1. *Vise-Grip*

Bentuknya seperti tang penjepit yang berbentuk setengah bulatan memanjang. Sangat praktis dan mudah dipakai untuk membuntukan pipa kapiler dan pipa tembaga sampai ½ *inchi*. Setelah pipa dijepit sampai tidak bocor, pembuntu pipa tersebut akan terus menjepit dan melekat pada pipa. Setelah pekerjaan selesai, barulah *vise-grip* tersebut dilepas dari pipa

Gambar 3.42. *Vise-Grip*

2. Imperial

Direncanakan untuk membuntukan sementara, setelah itu pipa dapat dibulatkan kembali. Pipa dijepit seperti pada *flaring tool*. Alat tersebut juga dilengkapi lubang-lubang untuk membuka dan membulatkan kembali pipa yang gepeng. Dapat dipakai untuk pipa ukuran : ¼", 5/16", 3/8", dan ½ *inchi*.

Gambar 3.42. Imperial

3. Robinair

Pipa ditekan sampai menjadisatu. Dari bawah berbentuk dua garis melintang dan dariatas diantara kedua garis tersebut terdapat bulatan. Hasil jepitannya sangat kuat. Setelah dibuntukan pipa tidak dapatdibulatkan kembali. Dapat dipakai untuk membuntukan pipa kapiler dan pipa tembaga sampai dengan 3/8 *inchi*.

Gambar 3.42. Robinair

6. *Dental Mirror*

Dental mirror biasanya digunakan oleh dokter gigi, berguna untuk melihat dan memeriksa bagian-bagian yang terlindung atau sukar dilihat, demikian halnya pada pemeriksaan bagian-bagian komponen mesin pendingin. Untuk memeriksa hasil pengelasan atau mencari kebocoran pada tempat yang sukar dilihat. Alat ini ada yang dilengkapi lampu baterai sehingga bisa memeriksa bagian yang gelap.

Gambar 3.42. *Dental Mirror*

7. *Tubing Piercing Valve (Line Tap Valve)*

Alat ini berfungsi untuk membuat lubang saluran pada pipa. Alat ini dipasang pada pipa dengan mur dan dilengkapi lubang yang dipakai untuk membuat lubang ke pipa. Lubang ini berguna untuk pengisian, pemeriksaan, dan pembersihan sistem pendingin.

Gambar 3.43 *Piercing Valve*

8. Pembakar (*Torch*) atau *Brander*

Perlengkapan ini berfungsi untuk membakar (memanaskan) pada saat melepas atau menyambung sambungan pipa dengan solder timah atau las perak. Brander atau kompor tersebut ada yang memakai bahan bakar dari : elpiji, minyak tanah, juga ada yang memakai oksigen dengan karbit (*acetylene*) atau gas elpiji.

Gambar 3.44. Kelengkapan las/brasing

9. Kunci –kunci

Fungsinya untuk melepas atau mengeraskan mur, baut dan lainlain. Untuk mereparasi sistem komersial biasanya menggunakan kunci inggris (*adjustable wrench*) dan *rachet wrench*.

Gambar 3.45. *Rachet Wrench*

Gambar 3.46. *Adjustable Wrench*

Gambar 3.47. Kunci Pas dan Kunci ring

C. Pengerjaan Pemipaan

Dalam pekerjaan pemipaan seorang teknisi selain diharuskan memiliki peralatan yang lengkap juga harus memiliki keterampilan dan menguasai teknik pemipaan, dari mulai memotong pipa, membengkok, menyambung, hingga ke perakitan sistem. Karena mesin pendingin kalu kita amati secara langsung terdiri dari susunan pipa-pipa yang menghubungkan komponen mesin pendingin.

Seperti telah diterangkan dalam bahan sebelumnya, bahwa mesin pendingin kalau kita lihat secara langsung, maka yang kita lihat hanya merupakan susunan atau instalasi pipa-pipa yang menghubungkan setiap komponen mesin pendingin. Sudah barang tentu di dalam penginstalasian pipa-pipa tersebut seorang teknisi dihadapkan ke berbagai permasalahan, seperti halnya :

- Bagaimana cara memotong pipa yang baik dan benar?
- Bagaimana cara membengkok pipa?
- Bagaimana cara menyambung pipa?

Untuk menjawab permasalahan tersebut di atas, maka pada bagian ini akan dibahas mengenai cara-cara atau teknik pengerjaan pipa.

1. Pemotong pipa

Karena di dalam pekerjaan yang kita hadapi adalah pipa-pipa yang lunak, maka dalam mengerjakannya harus ekstra hati-hati, dimana waktu kita memotong pipa harus teliti dan tidak boleh sembarangan, karena dengan pekerjaan yang ceroboh bukannya memperoleh hasil pekerjaan yang baik malahan sebaliknya akan menambah kerusakan pada sistem Untuk mendapatkan hasil potongan pipa yang baik, kit harusmenggunakan alat yang sesuai, dalam hal ini alat pemotong pipa khusus yaitu *tubing cutter*, seperti yang terlihat pada gambar berikut ini :

Walaupun sudah ada alat khusus untuk memotong pipa ini, kalau cara penggunaannya kurang tepat maka hasil pemotongannya akan jelek dan rusak.

.

Prosedur pemotongan pipa:

1) Ukurlah panjang pipa yang akan dipotong dan beri tanda yang jelas.
2) Letakan pipa yang akan dipotong tersebut pada rol beralur yang ada pada tubing cutter seperti pada gambar 3.48 a, putarlah knob pengatur tekanan pisau sehingga pisau pemotong menyentuh pipa dan tepat pada tanda ukuran yang telah dibuat diperlihatkan pada gambar 3.48 b.

a b

Gambar 3.48. cara menempatkan pipa pada rol

3) Putarlah pemotong pipa ini secara mengelilingi pipa sampai putaran terasa ringan, setelah itu putarlah knob pengatur tekanan pisau ¼ atau ½ putaran seperti diperlihatkan pada gambar 3.48. a, setelah itu putarkanlah pemotong pipaseperti diperlihatkan pada gambar 3.48. b.

Gambar 3.49. cara mengatur posisi pisau

4) Ulangi langkah 4 tadi sampai pipa tadi selesai dipotong, setelah pipa terpotong selanjutnya bersihkanlah kedua ujung pipa tadi dari serbuk-serbuk pipa atau permukaannya tidak rata atau tajam dengan menggunakan reamer atau dengan kikir

Gambar 3.50 Cara Membersihkan Ujung Pipa

2. Pembengkok Pipa

Untuk mendapatkan efek bengkokan, dapat digunakan dua cara yaitu menggunakan elbow atau dengan cara membengkokkan pipa. Cara untuk mendapatkan bengkokan yang baik, kita bisa menggunakan *elbow*, akan tetapi harga *elbow* yang sudah jadi relatif lebih mahal jika dibandingkan dengan kita

membuat sendiri, dimana untuk membuat bengkokan pipa tersebut kita menggunakan alat pembengkok pipa. Alat pembengkok yang ada di pasaran untuk sementara ini hanya ada 2 (dua) jenis yaitu :

1. Jenis *bending spring*
2. Jenis *lever bender*

a. *Bending spring* (Pembengkok pipa spiral)

Bending spring ini adalah alat pembengkok pipa yang konvensional, dimana hasil bengkokannya tidak dapat serapih mungkin dibanding dengan pembengkok jenis lever bender. Pembengkok pipa jenis ini banyak dijual dipasaran dengan bermacam-macam ukuran, disesuaikan dengan ukuran pipa yang ada. Diameter luar dan diameter dalam dari pembengkok pipa jenis spiral ini dapat dipergunakan untuk membengkokan dua macam ukuran pipa yang berdiameter tertentu, sebagai contoh :

Pembengkok pipa spiral untuk ukuran diameter pipa ¼" dapat juga digunakan untuk membengkok pipa yang berukuran ½ *inchi*. Caranya adalah kalau pipa yang dibengkokan berukuran ¼" maka pipa yangakan dibengkok dimasukan ke dalam pembengkoknya, tetapi jika pipa yang akan dibengkokan berukuran ½" maka pembengkoknya dimasukan ke dalam lubang pipanya. Dan biasanya pembengkok pipa spiral ini digunakan hanya untuk membuat bengkokan yang dekat dengan ujung pipa yang dibuat *flaring* .

Gambar 3.51 Pembengkok pipa spiral

Cara untuk membuat bengkokan dengan menggunakan pembengkok spiral adalah seperti ditunjukan pada gambar 3.52.

Adapun langkah-langkah pembuatannya adalah sebagai berikut :

2. Berilah tanda ukuran pipa yang akan dibengkokan
3. Masukan pipa yang akan dibengkokan ke lubang pembengkok spiral

2. Letakan pembengkok spiral itu, sehingga tengah-tengah pembengkok itu kira-kira berada pada tanda ukuran pipa yang akan dibengkokan
3. Peganglah kedua ujung pembengkok itu seperti gambar di atas
4. Lakukanlah penekanan secara perlahan-lahan kearah bagian dalam, sampai membentuk bengkokan yang diharapkan. Dengan catatan radius bengkokan tidak boleh kurang dari 5 kali diameter pipa
5. Perbaikilah hasil bengkokan itu dengan cara memijit-mijitnya dengan ibu jari secara perlahan
6. Jika pekerjaan pembengkokan pipa telah selesai cabutlah pembengkok spiralnya

Gambar 3.52 Membengkok pipa

b. Lever Bender

Pembengkok pipa jenis ini adalah alat pembengkok pipa yang akurat, dimana pembengkok ini dapat membengkokan pipa dengan radius bengkokan yang relative kecil dan membuat sudut bengkokan sesuai dengan yang diharapkan, karena dilengkapi dengan ukuran sudut bengkokan. Dengan demikian hasil bengkokan akan lebih baik dan rapi Pembengkok pipa jenis ini banyak sekali macamnya, diantaranya ada yang bentuk *single* dan *triple*, seperti diperlihatkan pada gambar di
bawah ini :

Gambar 3.53 Membengkok pipa dengan *lever bender*

Pembengkok pipa ini dapat digunakan untuk membengkokan pipa tembaga, aluminium, baja dan baja stainless. Kedua jenis pembengkok ini banyak sekali di pasaran dengan ukuran sebagai berikut (tabel 3.13)

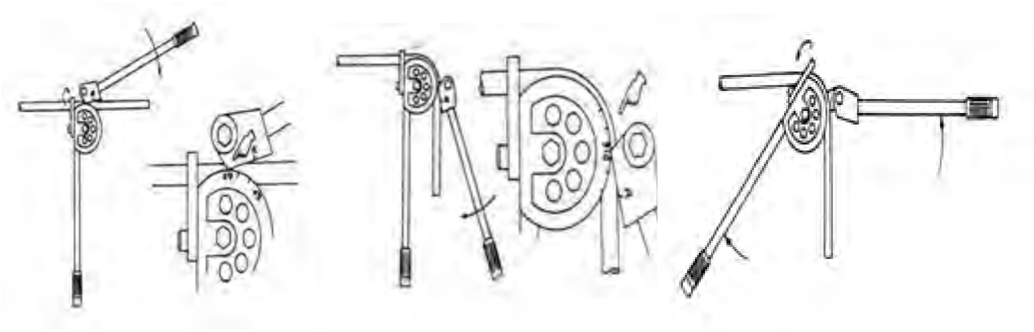
Tabel 3.13
Radius Rata rata Lever Bender

TUBE O.D	CENTRE RADIUS
3/16"	7/16"
¼"	9/16"
5/16"	11/16"
3/8"	15/16"
½"	1.1/2"
5/8"	2.1/4"
¾"	3"
7/8"	3"
1"	3.1/2"

Prosedur menggunakan alat *lever bender* :

1. Berilah tanda ukuran pipa yang akan dibengkokan
2. Pilihlah pembengkok pipa yang sesuai dengan ukuran pipa yang akan dibengkokan
3. Letakan pipa yang akan dibengkokan pada alur yang telah tersedia pada pembengkok pipa, seperti gambar berikut :
4. Aturlah posisi pipa sehingga tanda tadi benar-benar tepat pada tanda penyidik (skala), dimana jika ukuran yang ditentukan anda tempatkan di

sebelah kiri maka tanda ukuran tadi harus anda tempatkan tepat garis bertanda L pada tuas pembengkok tersebut, jika sebaliknya maka ukuran tadi harus anda tempatkan tepat tanda garis R pada tuas pembengkok atau seperti diperlihatkan pada gambar Berikut:

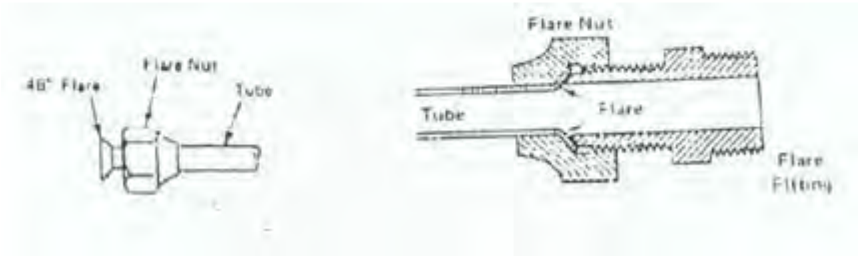


Gambar 3.54 Pipa Dibengkok

5. Putarlah tuas pembengkok secara perlahan-lahan sambil memperhatikan skala tanda sudut bengkokan
6. Jika skala tanda sudut bengkokan telah mencapai sudut bengkokan yang diminta, maka berhentilah menekan tuas, lalu dengan perlahan angkatlah tuas tadi.
7. Ambilah pipa yang telah dibengkokan tadi dari pembengkok pipa tersebut
8. Proses pembengkokan pipa telah selesai

c. Penyambunan pipa sistem *flaring*

Sambungan dengan sistem *flaring* adalah salah satu cara sistem penyambungan pipa dengan sistem penjepitan bibir pipa yang telah dikembangkan dengan *fitting* dengan menggunakan *flare nuts*. Seperti halnya diperlihatkan pada gambar berikut ini



Gambar 3.55 Penyambunan pipa sistim *flaring*

Untuk melakukan penyambungan pipa dengan sistem *flaring* terlebih dahulu ujung pipa harus dibuat mengembang dengan menggunakan *flaring tool*.

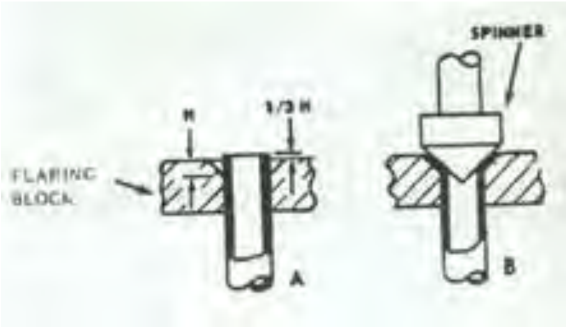
Gambar 3.56 *flaring tool*

Prosedur penggunaan *flaring tool*, untuk mendapatkan hasil *flaring* yang baik ada beberapa langkah yang harus diikuti, sebagai berikut :

1. Masukan *flare nuts* terlebih dahulu pada ujung pipa yang akan di *flaring* , dan diperiksa kembali apakah ujung pipa yang akan di *flaring* sudah dibersihkan atau belum, jika belum bersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan reamer atau kikir. Seperti diperlihatkan pada gambar berikut
2. Letakan pipa pada blok penjepit. Sebelum dikerakan aturlah ujung pipa tersebut sehingga ujung pipa tadi menonjol keluar kira-kira 1/3 dari kedalaman lubang miring dari lubang *block flaring* atau sekitar 3 mm di atas *block*, seperti gambar berikut :

Gambar 3.57 Memasang *flaring nuts*

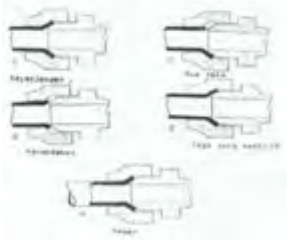
3. Keraskanlah mur kupu-kupu (*wing nuts*) yang ada pada *block flaring* , secukupnya sehingga dapat memegang pipa dengan kokoh.
4. Sebelum yoke (kaki) *flaring* dipasangkan di atas *block flaring* terlebih dahulu berilah sedikit minyak kompresor pada kerucutnya (*cone*), dengan demikian akan mengurangi gesekan kerucut dengan dinding pipa, setelah itu masukan yokenya, seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 3.58cMembuat *flare* yang baik

Gambar 3.59 Memasukan *cone*

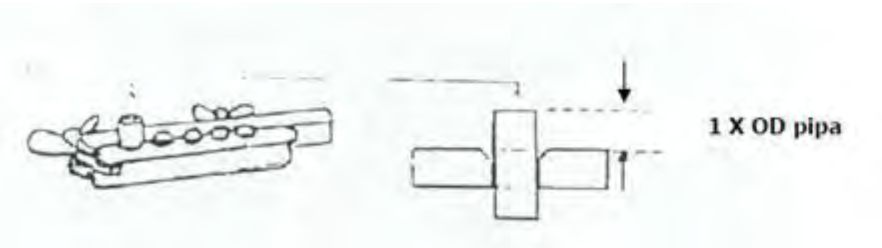
5. Putarlah tuas pemutar batang *cone* secara perlahan-lahan sampai menyentuh ujung pipa, setelah itu putarlah kira-kira ¼ atau ½ putaran lalu kendorkan lagi, lakukanlah cara tersebut berulang-ulang hingga proses pembuatan *flaring* selesai
6. Periksalah hasil dari pembuatan *flaring* tersebut, jika hasilnya kurang baik akan mengakibatkan terjadinya kebocoran pada sistem. Berikut ini diberikan contoh hasil pembuatan *flaring* yang biasa terjadi, diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 3.60Hasil pengerjaan *flaring*

3. Sistim Brasing (Penyolderan)

Penyambungan pipa dengan sistim brasing dilakukan dengan menggunakan aksesoris pipa yang disebut socket atau coupling, dan dengan membuat fungsi socket sendiri melalui pekerjaan yang disebut swage dengan alat swagging *tool*, sebenarnya alat ini masih merupakan kesatuan dengan *flaring tool* hanya mengganti cone (kerucut) dengan Punch (*plug*). Cara penggunaannya sama seperti *flaring tool*, akan tetapi yang berbeda hanya pada langkah nomor 2, dimana ujung pipa harus dikeluarkan di atas blok penjepit sekitar 1 (satu) kali diameter pipa yang akan di *swagging*, seperti halnya diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 3.61 Teknik *swaging*

a. Brasing dan Perlengkapan Las Asetilin

Brasing adalah penyambungan dua buah logam atau lebih, baik itu logam sejenis maupun tidak sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang titik cairnya jauh lebih rendah dibanding dengan titik cair logam yang akan disambung dengan menggunakan temperature yang rendah. Brasing dapat pula disebut soldering. *Welding* adalah penyambungan dua buah logam atau lebih baik itu logam sejenis maupun yang tidak sejenis dengan menggunakan alat

pemanas yang temperaturnya sangat tinggi sehingga dapat mencairkan kedua logam tersebut dan dapat menyatukan kedua logam tersebut.

Perlengkapan untuk brasing maupun untuk welding pada dasarnya sama, hanya berbeda pada proses pengerjaannya saja, karena yang banyak dihadapi dalam pekerjaan mesin pendingin adalah pekerjaan brasing maka untuk kesempatan ini kita mencoba membahas bagaimana cara-cara melakukan proses brasing tersebut. Dimana cara penyambungan pipa dengan sistem brasing ini akan relatif lebih murah jika dibandingkan dengan istem *flaring* , terlebih jika pipa yang akan dikerjakan/disambung berdiameter di atas ¾ *inchi*, dimana untuk ukuran ini sistem *flaring* sudah tidak praktis lagi untuk digunakan.

Gambar 3.62Perlengkapan las Oksiasetilin

Pada umumnya sumber panas yang digunakan untuk brasing maupun welding adalah sama yang berasal dari hasil pembakaran bahan campuran Oksigen– Asetilin (*Oxigen-acetylene*) yang dikemas dalam tabung yang berbeda. Hal yang harus diperhatikan/dipahami adalah mengetahui fungsi dan langkah pengoperasian dari alat-alat tersebut di atas. Perlengkapan Las oksiasetilin terdiri telah dibahas pada bab sebelumnya.

b. Cara Pengelasan (Brasing)

Brasing (penyolderan) adalah salah satu cara penyambungan dua buah logam atau banyak yang sejenis maupun tidak sejenis dengan menggunakan bahan tambah yang titik cairnya jauh lebih rendah dibanding logam yang akan disambungnya, jadi brasing dapat juga disebut pengelasan dengan alat pemanas dengan temperatur rendah. Untuk pengelasan pipa tembaga bahan

tambah yang digunakan adalah kawat las silver, untuk penyambungan besi atau baja misalnya untuk kondensor digunakan kawat las kuningan, sedangkan untuk menyambung bahan aluminium digunakan kawat las platinum 52.

Cara pengelasan pipa:

1. Bersihkanlah kedua ujung bagian pipa yang akan disambung dari kotoran baik itu oli dan kotoran lainnya dengan menggunakan kertas ampelas dan kain kering, seperti gambar berikut ini.
2. Ujung pipa yang telah dibersihkan tadi taburlah dengan borak/*fluks* yang sesuai dengan jenis bahan tambah/kawat las yang akan dipergunakan.
3. Masukanlah ujung pipa yang telah dilabur tadi ke dalam lubang pipa yang satunya (*socket*) secara tepat dan benarbenar lurus seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut.

(1) (2) (3)

Gambar 3.6 3pengelasan pipa

4. Lakukan pengelasan dengan nyala api yang sesuai. Untuk penyambungan pipa tembaga digunakan nyala netral (*netral flame*), adapun cara pemanasannya dimana nyala apinya jangan terlalu dekat dengan benda yang akan di las kira-kira 1 sampai dengan 2 cm dengan sudut kemiringan kira-kira 30 sampai dengan 40 derajat dari benda kerja. Lakukanlah pemanasan yang merata pada semua bidang. Jika pemanasannya sudah merata (ditandai perubahan warna pipa tembaga menjadi berpijar kemerah-merahan) berilah bahan tambah pada salah satu titik saja di tepi sambungan. Dimana jika pemanasannya baik maka bahan tambah tadi akan mengalir ke seluruh bidang yang akan dilas. Khusus untuk penyambungan aluminium dengan bahan tambah platinum 52, *fluks* yang telah dilaburkan pada permukaan ujung pipa yang akan di las tidak boleh terkena nyala api

(*flame*) secara langsung, dan dipergunakan nyala api dengan suhu yang rendah dengan menggunakan pipa hembus yang kecil. Atau pembakarnya bisa diganti dengan menggunakan *brander torch*.

5. Setelah selesai pengelasan dinginkan pipa dengan menggunakan kain basah dan bersihkanlah dengan menggunakan kain lap seperti halnya diperlihatkan dibawah ini.

Gambar 3.64 Pengelasan pipa

c. Keselamatan dalam Pekerjaan pengelasan

Pekerjaan pengelasan pipa melibatkan gas yang mudah terbakar, logam yang sangat panas, dan faktor lain yang mana diperlukan pengkajian/pemahaman aturan dasar keselamatan dan karenanya hal yang berbahaya bagi seseorang harus kita hindari yang dapat menimbulkan kerugian dan kerusakan pada peralatan. Ketika suatu kecelakaan terjadi saat melakukan pengelasan peralatan, berkaitan dengan operator yang teledor/kurang hati-hati dalam menangani suatu pekerjaan.

Prosedur yang harus dilakukan saat mengelas adalah :

a. Gunakan kacamata las
b. Nyalakan mulut brander menggunakan penyulut api/batu api secara hati-hati dengan tidak bersentuhan langsung.
c. Jangan meneteskan minyak pelumas di atas silinder atau regulator, ini dapat menimbulkan ledakan.

d. Selalu memelihara peralatan dalam keadaan baik. Gantilah pipa karet yang sudah rusak, memakai peralatan yang dalam keadaan rusak sangat berbahaya.
e. Meyakinkan semua komponen adalah baik dan melihat kemungkinan kebocoran gas. Jangan menggunakan nyala api untuk menguji kebocoran.
f. Tidak menggunakan tekanan gas oksigen untuk membersihkan debu yang menempel pada pakaian atau benda kerja.
g. Memastikan bahwa daerah kerja cukup berventilasi, meskipun demikian tidak diperlukan sirkulasi udara berlebihan
h. Jika mungkin, lindungilah material lain di sekitarnya dengan menggunakan asbes atau kain basah.

Dikarenakan temperature tinggi diperlukan pada saat pengelasan dengan perak (*silver*), nyala api harus diarahkan jauh dari solenoida*, shutt-off valves, driers* dan peralatan lainnya yang dapat menimbulkan kerusakan pada peralatan tersebut akibat pemanasan berlebih. Lepaskan terlebih dahulu komponen-komponen yang sensitif/mudah rusak akibat pemanasan tersebut.

Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PEKERJAAN PIPA

Informasi

Setelah mempelajari materi memilih dan menggunakan alat perkakas tangan, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan membuat benda kerja dengan perkakas tangan. Perhatikan hal-hal berikut ini:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan meliputi dua benda kerja.
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

5. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

6. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
   Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

7. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi}\ x\ 4 = skor\ akhir$

8. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 1
Memotong Pipa

Di dalam pekerjaan memotong pipa, pipa yang digunakan adalah pipa-pipa yang lunak, maka dalam pengerjaannya harus ekstra hati-hati, teliti dan tidak boleh sembarangan. Untuk mendapatkan hasil potongan pipa yang baik, digunakan alat yang sesuai yaitu alat pemotong pipa khusus yaitu *tubing cutter.*

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 1, siswa mampu memotong pipa dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

4. Sikap
    e. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    f. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    g. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    h. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
5. Keterampilan
    d. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    e. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        3) Ukuran potongan sesuai gambar kerja
        4) Hasil pemotongan rata dan rapih
    f. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
6. Pengetahuan
    c. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    d. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pemotongan pipa sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

6) Alat
   e. Peralatan perkakas tangan
   f. *Tubing cutter*
   g. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

7) Bahan
   a. Spidol
   b. Pipa tembaga

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses memotong pipa sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

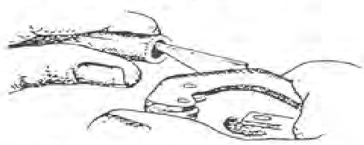
E. Gambar

a. b.

. Cara menempatkan pipa pada rol

a. b.

. Cara mengatur posisi pisau



Cara membersihkan ujung pipa

F. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan, *tubing cutter* diperlihatkan pada gambar 1.
2. Luruskanlah pipa yang masih dalam bentuk rol/gulungan seperti diperlihatkan pada gambar 2.
3. Ukurlah panjang pipa yang akan dipotong dan beri tanda yang jelas.
4. Letakkan pipa yang akan dipotong tersebut pada rol beralur yang ada pada tubing cutter seperti pada gambar 3a, putarlah knob pengatur tekanan pisau sehingga pisau pemotong menyentuh pipa dan tepat pada tanda ukuran yang telah dibuat (gambar 3b).
5. Putarlah pemotong pipa ini secara mengelilingi pipa sampai putaran terasa ringan, setelah itu putarlah *knob* pengatur tekanan pisau ¼ atau ½ putaran seperti diperlihatkan pada gambar 4a, kemudian putarlah pemotong pipa seperti gambar 4b.
6. Ulangi langkah 5 sampai pipa terpotong, selanjutnya bersihkanlah kedua ujung pipa dari serbuk-serbuk pipa atau permukaannya tidak rata atau tajam dengan menggunakan *reamer* atau dengan kikir.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

4. Sebutkan alat utama dan alat bantu yang digunakan pada pemotongan pipa !
5. Uraikan cara melakukan pemotongan pipa dengan *tubing cutter*?

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

4. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
5. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
6. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 1
Memotong Pipa

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/ Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran pipa	Sesuai ukuran diminta				
2	Penampang potongan	rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /6)				

3) Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan Benda Kerja 1</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
d. Sikap Kerja
e. Proses
f. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

...................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu

Latihan 2
Membengkokkan Pipa dengan Pembengkok Pipa Spiral

Bending spring (pembengkok pipa spiral) adalah alat pembengkok pipa berbentuk spiral, namun bengkokkan yang dihasilkan tidak serapih jika dibandingkan dengan pembengkok lever bender.Diameter luar dan dalam dari pembengkok pipa spiral dapat digunakan untuk membengkokkan 2 macam ukuran pipa yang berdiameter tertentu, sebagai contoh : Untuk diameter pipa ¼ *inchi* pipa yang akan dibengkokkan dimasukkan ke dalam pembengkoknya, sedangkan untuk diameter pipa ½ *inchi* pembengkok pipa dimasukkan ke dalam lubang pipa.

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu membengkokkan pipa dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran bengkokan sesuai gambar kerja
        2) Hasil bengkokan rata dan rapih
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pembengkokan pipa sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review!*

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
    a. Peralatan perkakas tangan
    b. Pembengkok pipa spiral
    c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2) Bahan
    a. Spidol
    b. Pipa tembaga

D. Keselamatan Kerja

4. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
5. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
6. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
7. Lakukan proses membengkok pipa sesuai dengan langkah kerja.
8. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
9. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

F. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan, pembengkok pipa diperlihatkan pada gambar 1.
2. Berilah tanda ukuran pipa yang akan dibengkokkan.
3. Masukkan pipa yang akn dibengkokkan ke lubang pembengkok pipa spiral.
4. Peganglah kedua ujung pembengkok itu seperti gambar 2.
5. Lakukanlah penekanan secara perlahan-lahan ke arah bagian dalam, sampai membentuk bengkokkan yang diharapkan. Dengan catatan radius bengkokkan tidak boleh kurang dari 5 kali diameter pipa.
6. Perbaikilah hasil bengkokkan itu dengan cara memijit-mijitnya dengan ibu jari secara perlahan.
7. Jika pekerjaan pembengkokkan pipa telah selesai cabutlah pembengkok spiralnya.

G. *Review*

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan pada pekerjaan membengkokkan pipa!
2. Uraikan cara melakukan pembengkokan pipa dengan pembengkok pipa spiral!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 2
Membengkokkan Pipa dengan Pembengkok Pipa Spiral

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran	Sesuai tugas				
2	Bentuk	Sesuai tugas				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /3)				

3) Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban *review* dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan Benda Kerja 2			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 3
Membengkokkan Pipa dengan *Type Lever Bender*

Pembengkokkan pipa jenis lever bender adalah alat pembengkok pipa yang akurat, dimana pembengkok ini dapat membengkokkan pipa dengan radius bengkokkan yang relative kecil dan membuat sudut bengkokkan sesuai dengan yang diharapkan, sehingga hasilnya lebih baik dan rapi.

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 3, siswa mampu membengkokkan pipa dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Ukuran bengkokan sesuai gambar kerja
      2) Hasil bengkokan rata dan rapih
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   c. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   d. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan pembengkokan pipa sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

4) Alat

   a. Peralatan perkakas tangan

   b. Pembengkok pipa jenis lever bender

   c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

5) Bahan

   a. Spidol

   b. Pipa tembaga

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Lakukan proses membengkok pipa sesuai dengan langkah kerja.
5. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

F. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan, pembengkok pipa jenis *lever bender* diperlihatkan pada gambar 1.
2. Berilah tanda ukuran pipa yang akan dibengkokkan.
3. Pilihlah pembengkok pipa yang sesuai dengan ukuran pipa yang akan dibengkokkan.
4. Letakkan pipa yang akan dibengkokkan pada alur yang telah tersedia pada pembengkok pipa, seperti gambar 2.
5. Aturlah posisi pipa sehingga tanda benar-benar tepat pada tanda penyidik (skala), dimana jika ukuran yang ditentukan anda tempatkan di sebelah kiri maka tanda ukuran harus anda tempatkan tepat di garis bertanda L pada tuas pembengkok tersebut, jika sebaliknya maka ukuran harus anda tempatkan tepat di tanda garis R pada tuas pembengkok atau seperti diperlihatkan pada gambar 3.
6. Putarlah tuas pembengkok secara perlahan-lahan sambil memperhatikan skala tanda sudut bengkokkan.
7. Jika skala tanda sudut bengkokkan telah mencapai sudut bengkokkan yang diminta, maka berhentilah menekan tuas, lalu dengan perlahan angkatlah tuas tersebut.
8. Keluarkanlah pipa yang telah dibengkokkan dari pembengkok pipa.

G. *Review*

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan pada pekerjaan membengkokkan pipa!
2. Uraikan cara melakukan pembengkokan pipa dengan pembengkok lever bender!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 3
Membengkokkan Pipa dengan *Type Lever Bender*

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran	Sesuai tugas				
2	Bentuk	Sesuai tugas				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

6)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban *review* dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 3			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

.........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4

Latihan 4
Membuat Sambungan Pipa
dengan Sistem *Flaring* dan *Swaging*

Sambungan dengan sistem *flaring* adalah dengan cara menjepit ujung pipa yang telah dikembangkan dengan menggunakan flare nuts. Sambungan dengan sistem *swaging* hampir sama dengan *flaring* hanya mengganti cone (kerucut) dengan punch (*plug*). Untuk *flaring* , ujung pipa menonjol keluar kira-kira 3 mm di atas block. Untuk *swaging*, ujung pipa menonjol keluar kira-kira satu kali diameter pipa

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 4, siswa mampu menyambung pipa dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil sambungan kedap dan rapih
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan pipa sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

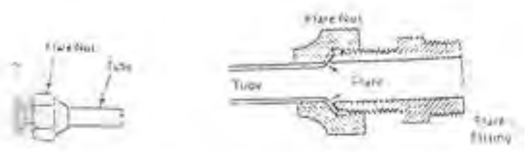
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
   a. Peralatan perkakas tangan
   b. *Flaring* and *swaging tool*s
   c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
2) Bahan
   a. Spidol
   b. Pipa tembaga

D. Keselamatan Kerja

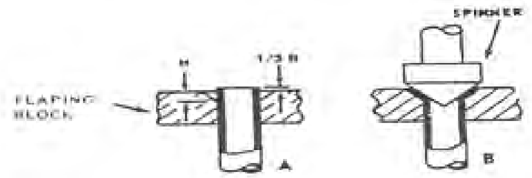
1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Lakukan proses menyambung pipa sesuai dengan langkah kerja.
5. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

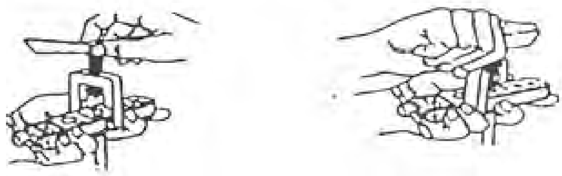


Sistem flaring

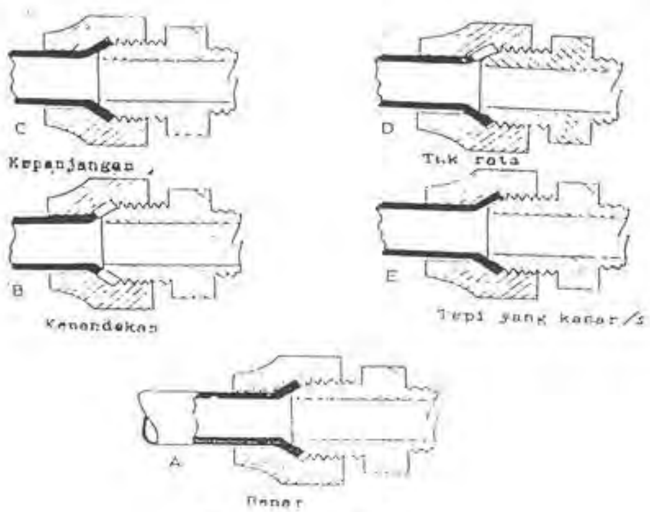
Memasang flaring nuts



Membuat flare yang baik



Memasukkan cone



Hasil pengerjaan flaring

F. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan, sistem *flaring* diperlihatkan pada gambar 1.
2. Masukkan *flare nuts* terlebih dahulu pada ujung pipa yang akan di*flaring* seperti gambar 2.
3. Letakkan pipa pada blok penjepit, aturlah ujung pipa sehingga menonjol keluar kira-kira 3 mm di atas *block* seperti gambar 3.
4. Keraskanlah mur kupu-kupu (*wing nuts*) yang ada pada *block flaring* sehingga benar-benar keras, karena jika kurang keras pada saat

melakukan proses *flaring* pipanya akan ikut terdorong ke bawah mengakibatkan pipa menjadi rusak.

5. Masukkan *yoke* (kaki) *flaring* di atas *block* seperti gambar 4.
6. Putarlah tuas pemutar batang *cone* secara perlahan-lahan sampai menyentuh ujung pipa, setelah itu putarlah kira-kira ¼ atau ½ putaran lalu kendorkan lagi, lakukan cara tersebut berulang-ulang hingga proses *flaring* selesai.
7. Periksalah hasil *flaring* tersebut seperti pada gambar 5, jika hasilnya kurang baik perlu diulangi karena akan mengakibatkan terjadinya kebocoran pada sistem.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan pada pekerjaan sambungan dengan sistem *flaring* dan *swaging*!
2. Uraikan cara melakukan sambungan dengan sistem *flaring* dan *swaging*!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 4
Membuat Sambungan Pipa
dengan Sistem *Flaring dan Swaging*

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Bentuk Hasil sambungan	Sesuai penugasan				
2	Kebocoran	Tidak ada				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 4			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **……………………., ……………** **Penilai** **………………………………**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:** ………………………………		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ………………………………	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 5
Mengelas Pipa

Pengelasan pada dasarnya adalah proses penyambungan dua logam, sehingga kedua logam akan melunak dan mudah bergabung. Proses ini dibantu dengan pemberian bahan tambah yang sama dengan jenis logam yang akan dilas untuk pipa tembaga menggunakan kawat las *silver*. Setelah proses selesai, diberi pendinginan mendadak sehingga struktur logam kembali mengeras.

Metode pengelasan yang paling sering digunakan ada dua cara yaitu las gas Oksi-Asetilena dan las listrik. Las Oksi-Asetilena diterapkan pada bahan-bahan lunak seperti pipa tembaga, sedangkan las listrik diterapkan hanya pada besi

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 5, siswa mampu mengelas pipa dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Ukuran sambungan las sesuai gambar kerja
      2) Hasil sambungan las kedap dan rapih
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan las pipa sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

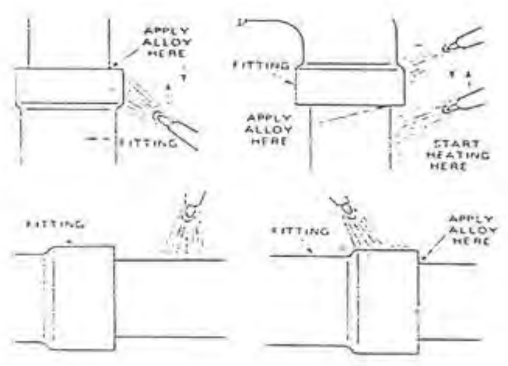
C.Kebutuhan Alat dan Bahan

4) Alat
   a. Peralatan perkakas tangan
   b. Peralatan las oksi asetilin
   c. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja
5) Bahan
   a. Spidol
   b. Pipa tembaga
   c. Flus
   d. Bahan tambah

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Lakukan proses menyambung pipa sesuai dengan langkah kerja.
5. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
6. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja Kerja

1. Siapkanlah alat dan bahan yang akan digunakan. Perlengkapan las Oksi-Asetilena diperlihatkan pada gambar 1.

2. Bersihkanlah kedua ujung bagian pipa yang akan disambung dari kotoran dengan menggunakan kain kering.
3. Masukkan ujung pipa kedalam pipa yang telah di *swaging* secara tepat dan benar-benar lurus seperti gambar 2.
4. Lakukan pengelasan dengan nyala api yang sesuai, nyala api jangan terlalu dekat dengan benda yang akan di las kira-kira 1 – 2 cm dengan sudut kemiringan kira-kira 30^0 – 40^o dari benda kerja. Cara mengelas diperlihatkan pada gambar 3.
5. Lakukanlah pemanasan yang merata pada semua bidang, jika pemanasannya sudah merata (ditandai perubahan warna pipa tembaga menjadi berpijar kemerah-merahan).
6. Berilah kawat las pada salah satu titik saja di tepi sambungan. Jika pemanasannya baik maka kawat las akan mengalir ke seluruh bidang yang akan dilas.
7. Setelah selesai pengelasan dinginkan pipa dengan menggunakan kain basah.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan alat yang digunakan pada pekerjaan penyambungan pipa!
2. Uraikan cara melakukan penyambungan pipa!
3. Jelaskan upaya encegahan kecelakaan saat penyambungan pipa!

G. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban *review* dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 5
Mengelas Pipa

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Hasil sambungan					
2	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)				

6)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 5</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

...................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

.....................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.

Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

.....................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu

Renungan dan Refleksi

Ketelitian dan kecermatan diperlukan dalam proses perancangan instalasi pemipaan; mulai dari pemilihan bahan pipa, komponen penunjang yang diperlukan, metode pengerjaan yang sesuai, selanjutnya proses penyambungan pipa yang dibutuhkan.

Demikian halnya dalam kehidupan kamu sehari-hari, untuk memperoleh keberhasilan diperlukan kecermatan dan ketelitian. Dengan pembelajaran pekerjaan dasar teknik pemipaan ini kamu diharapkan dapat meningkatkan kemampuan dalam memilih dan menggunakan komponen serta bahan instalasi pemipaan pada sistem instrumentasi industri, pada akhirnya sampai pada tahap menganalisis dan merakit instalasi pemipaan sesuai prosedur. Tuhan Semesta Alam telah menciptakan manusia dengan sempurna sehingga mampu membuat suatu karya yang bermanfaat bagi sesama.

Rangkuman

Sistem instrumentasi industri menuntut agar siswa mampu memilih dan menggunakan komponen dan bahan instalasi pemipaan meliputi komponen instalasi pemipaan, pemilihan material pipa, proses instalasi pemipaan, serta penyambungan pemipaan.

Pada sistim pemipaan terdapat komponen instalasi pemipaan antara lain pipa*, fittings, stub in, kopling,* penutup *(cap), fitting make-up, valves dan nipel* pipa.

Pemilihan material pipa untuk berbagai keperluan industri tergantung dari tekanan, temperatur, ketahanan, harga material dan ongkos pemasangannya.

Dalam melakukan kegiatan instalasi pemipaan diperlukan proses *cutting, flaring , swaging,* dan *bending* yang menggunakan berbagai peralatan pemipaan.

Sistem pemipaan harus dilaksanakan sepraktis mungkin dengan minimum bengkokan dan sambungan las atau brasing, bila perlu gunakan flens pada sambungan pipa dengan diameter relatif besar agar mudah dilepaskan dan dipisahkan.

Semua pipa harus dilindungi dari kerusakan mekanis, sistem perpipaan ini harus ditumpu atau dijepit sedemikian rupa untuk menghindari getaran. Sambungan dengan diameter pipa yang relatif besar melalui sekat yang diisolasi harus merupakan sambungan flens yang diijinkan dengan panjang yang cukup tanpa merusak isolasi.

Evaluasi

A. Review

1. Apa yang dimaksud sistem pemipaan tertutup dan terbuka?
2. Berikan contoh sistem pemipaan tertutup dan terbuka!
3. Sebutkan komponen komponen pemipaan!
4. Apa yang dimaksud dengan *fitting* ?
5. Sebutkan macam-macam *elbow*?
6. Bagaimana cara menentukan penggunaan pipa yang sesuai dengan kebutuhan?
7. Sebutkan peralatan yang digunakan membengkokkan pipa?
8. Sebutkan jenis bahan pipa yang sering digunakan pada sistem pendingin!
9. Jika kamu merencanakan pipa untuk dialiri fluida gas dan bertemperatur rendah, jenis pipa apa yang sesuai/tepat digunakan, jelaskan alasanmu!
10. Sebutkan jenis-jenis cara penyambungan pipa!

C. Tugas Proyek

8. Tujuan Kegiatan

Setelah melaksanakan kegiatan tugas proyek diharapkan siswa mampu melakukan pekerjaan pemipaan, dengan kriteria sebagai berikut:

a. Sikap
   1) Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   2) Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   3) Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   4) Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru

b. Keterampilan
   1) Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   2) Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      a) Benda kerja sesuai bentuk dan ukurannya
      b) Pemotongan rapih

c) Sambungan kedap dan rapih

d) Ukuran sesuai gambar

3) Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

c. Pengetahuan

- Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
- Menyelesaikan tugas Review yang diberikan

2.Tugas

a. Lakukan pembuatan benda kerja sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas kerja pipa!

b. Buatlah laporan hasil latihan!

3.Kebutuhan Alat dan Bahan

a. Alat

1) Peralatan perkakas pemipaan

2) Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

b. Bahan

1) Pipa tembaga

4. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses memotong pipa sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

5. Gambar

C. Penilaian Kegiatan Evaluasi

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoeh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban *review* dan laporan tugas proyek
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja tugas proyek yang dilaksanakan siswa.

Penilaian
Evaluasi Belajar

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas ijin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						
No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Bentuk benda	Sesuai penugasan				
2	Ukuran benda	Sesuai penugasan				
3	Hasil pemotongan	Rapih				
4	Hasil sambungan	Kedap dan rapih				
5	Waktu penyelesaian	18 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/8)				

2. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil PenilaianLatihan Benda Kerja 2			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

BAB 4

Kata Kunci :

Tegangan Listrik, Arus Listrik, Penghantar, Instalasi Listrik, Perkakas Listrik, Komponen Listrik, Sambungan Kabel

Deskripsi

Listrik sangat penting dalam kehidupan kita. Hampir semua orang membutuhkan listrik dalam kehidupan sehari-hari, misalnya untuk penerangan dan peralatan rumah tangga. Penggunaan listrik pada keahlian instrumentasi industri sangat penting, karena itu diperlukan pemahaman dan keterampilan mengenai listrik bagi siswa agar mampu memanfaatkannya dengan efisien dan aman.

Pemahaman alat dan kerja listrik merupakan dasar keahlian yang harus dikuasai siswa bidang instrumentasi industri. Salah memilih atau salah menggunakan alat listrik, selain dapat merusak bahan yang dikerjakan dapat juga membahayakan keselamatan pemakainya.

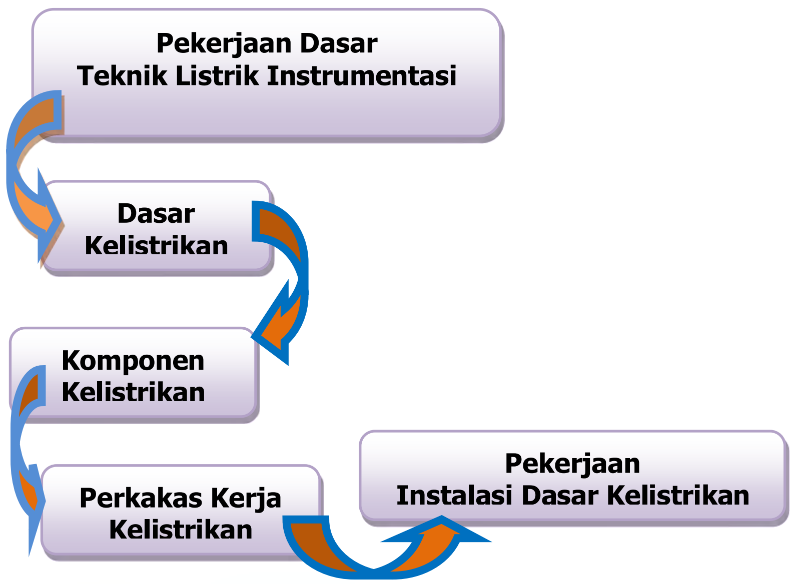
Pada pembelajaran dasar teknik listrik instrumentasi ini, dibahas keselamatan kerja pada pekerjaan kelistrikan, alat perkakas kerja listrik, peralatan dan bahan kelistrikan serta dasar pekerjaan instalasi listrik.

Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari kegiatan belajar pada bab ini diharapkan siswa dapat :

1. Menjelaskan fungsi dari masing-masing perkakas tangan dan dapat menggunakannya dalam instalasi listrik.
2. Menjelaskan fungsi dari masing-masing komponen listrik dandapat menggunakan dalam instalasi listrik.
3. Menjelaskan fungsi dari masing-masing jenis kabel dan dapat menggunakan dalam instalasi listrik.
4. Menjelaskan cara menyambung kabel dalam instalasi listrik.
5. Memahami gambar bagan dan gambar pengawatan dalam instalasi listrik penerangan.

Peta Konsep



Rencana Belajar Siswa

Pada hari ini, ... tanggal ....tahun .... Guru beserta siswa merencanakan pelaksanaan kegiatan belajar sebagaimana tabel di bawah ini

No	Jenis kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat belajar	Catatan Perubahan
1	Memahami dasar kelistrikan				
2	Memahami pemanfaatan listrik				
3	Memahami keamanan penggunaan listrik				
4	Memahami komponen kelengkapan kelistrikan				
5	Memahami perkakas kerja kelistrikan				
6	Memahami pekerjaan instalasi dasar kelistrikan				
7	Menyelesaikan latihan membuat macam-macam sambungan kabel dan instalasi dasar kelistrikan				
8	Menyelesaikan evaluasi belajar				

............................., ...

Guru | Orangtua/Wali Siswa | Siswa

.... | .... | ....

Uraian Materi

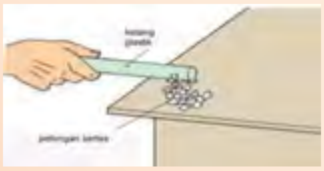
A. Dasar Kelistrikkan

1. Listrik Elektrostatis

Eksplorasi

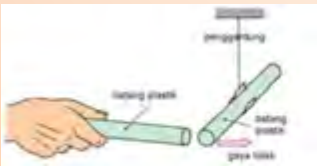
Fenomena Elektrostatis

Coba kamu lakukan uji coba berikut ini;



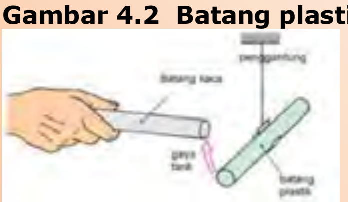
Sebatang plastikdigosokkan pada kain beberapa saat. Dekatkan batang plastik pada potongan kertas kecil, Gambar 4.1.
Apa yang terjadi?

Gambar 4.1 Fenomena elektrostatis



Batang plastik digantung bebas dengan benang, batang plastik lainnya digosokkan dengan bulu binatang dan dekatkan ke batang plastik tergantung Gambar 4.2. Apa yang terjadi?

Gambar 4.2 Batang plastik

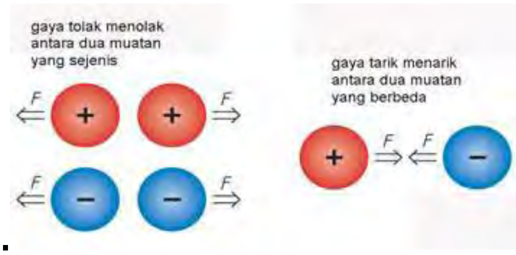


Batang *plastik* digantung bebas dengan benang. Batang kaca digosokkan dengan kain sutra dan dekatkan ke batang plastik tergantung Gambar 4.3. Apa yang terjadi?

Gambar 4.3 Batang kaca dan batang plastik

Uji coba di atas akan membuktikan bahwa " Setiap benda memiliki muatan, dua benda yang muatannya berbeda akan saling tarik menarik satu dengan lainnya, sementara dua benda yang muatannya sama saling tolak menolak".

Salah satu sifat dasar dari partikel elementer tertentu adalah muatan listrik.Terdapat dua jenis muatan, *muatan positif* dan *muatan negatif*. Muatan positifpada bahan dibawa oleh *proton*, sedangkan muatan negatif oleh *elektron*. Muatan yang bertanda sama saling tolak menolak, muatan dengan tandaberbeda saling tarik menarik Gambar 4.4



Gambar 4.4 Sifat muatan listrik

Satuan muatan *"Coulomb* (C)", muatan proton adalah +1,6 x 10^{-19}C, sedangkan muatan elektron -1,6x 10^{-19}C. Prinsip kekekalan menjadikan muatan selalukonstan.

Persamaan muatan listrik :

Q = n.e

Q = Muatan listrik *(Coulomb)*

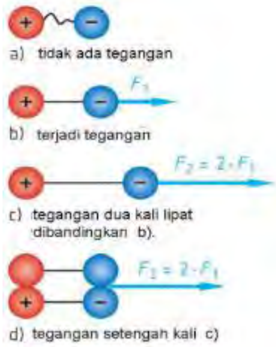
n = Jumlah elektron

Satu Coulomb adalah total muatan yang mengandung 6,25. 10^{18} elektron

Fenomena elektrostatis ada disekitar kita, muatan listrik memiliki *muatan positip* dan *muatan negatif*. Muatan positip dibawa oleh proton, dan muatan negatif dibawa oleh elektro. Satuan muatan "*coulomb (C)*", muatan proton *+1,6 x 10^{-19}C*, sedangkan muatan elektron *-1,6x 10^{-19}C*. Muatan yang bertanda sama saling tolak menolak. muatan bertanda berbeda saling tarik menarik.

2.Tegangan Listrik

Tegangan atau beda potensial antara dua titik, adalah usaha yang dibutuhkan untuk membawa muatan satu coulomb dari satu titik ke titik lainnya.



Gambar 4.5 Model visual tegangan

1. Dua bola yang bermuatan positif dan bermuatan negatif, karena muatan keduanya sangat lemah dimana beda potensial antara keduanya mendekati nol, maka kedua bola tidak terjadi interaksi, kedua bola hanya diam saja Gambar 4.5a.
2. Dua buah bola yang masing-masing bermuatan positif, dan negatif. Dengan muatan berbeda kedua bola akan saling tarik menarik. Untuk memisahkan kedua bola, diperlukan usaha F1 Gambar 4.5b.
3. Kejadian dua buah bola bermuatan positif dan negatif, dipisahkan jaraknya dua kali jarak pada contoh 2), untuk itu diperlukan usaha F2 sebesar 2.F1 Gambar 4.5c.
4. Ada empat bola, satu bola bermuatan positif dan satu bola bermuatan negatif, dua bola lainnya tidak bermuatan. Jika dipisahkan seperti contoh 3), diperlukan usaha F2 sebesar 2.F1 Gambar 4.5d.

Persamaan tegangan :

$U = \frac{W}{Q}$ $\quad [U] = \frac{Nm}{C} = \frac{VAs}{As} = V$

U Tegangan (V)
W Usaha (Nm, Joule)
Q Muatan (C)

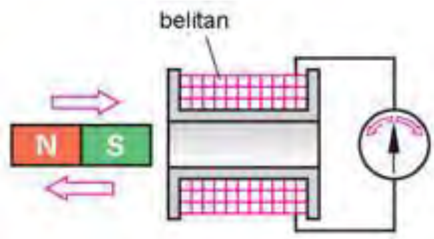
Satu Volt adalah beda potensial antara dua titik jika diperlukan usaha. satu joule untuk memindahkan muatan listrik satu coulomb.

3. Sumber Tegangan

Sumber tegangan yang sering dipakai sehari-hari seperti stop kontak PLN (220V) adaptor (0-12V), accumulator (6V, 12V). Ada lima jenis sumber tegangan yang dipakai, alat ini merupakan pembangkit listrik, yaitu:

a. Prinsip Elektromagnet :

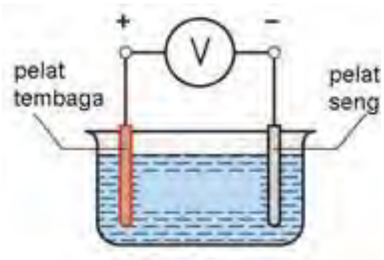
Belitan kawat yang didalamnya terdapat magnet permanen, magnet digerakkan keluar masuk, diujung belitan timbul tegangan listrik. Dipakai prinsip *generator listrik*



Gambar 4.6 Prinsip Elektromagnet

b. Prinsip Elektrokimia :

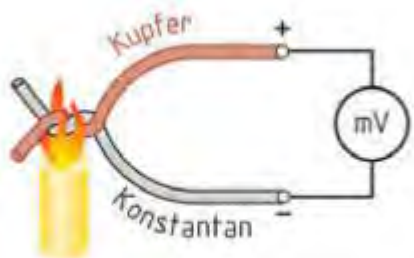
Dua elektrode bahan pelat tembagakutub positif, dan pelat seng kutub negatif. Direndam dalam elektrolit asam sulfurik. Diantara kedua ujung kutubterjadi beda tegangan. Dipakai sebagai akumulator, baterai kering.



Gambar 4.7 Prinsip Elektrokimia

c. Prinsip Thermo-elemen:

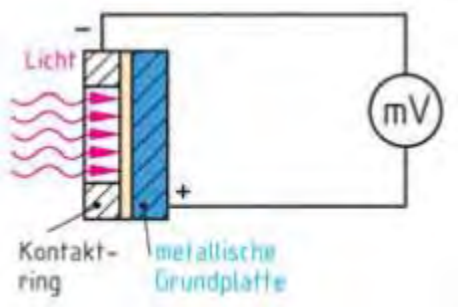
Dua logam berbeda panas jenisnya, dipanaskan pada titik sambungan logamnya. Diujung lainnya akan timbul tegangan listrik.



Gambar 4.8 Prinsip Thermo-elemen

d. **Prinsip Foto-elemen:**

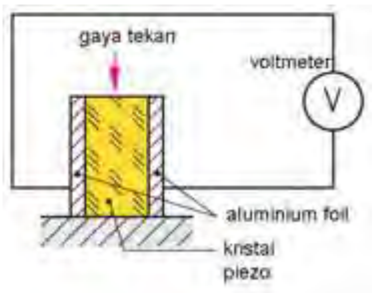
Bahan semikonduktor bila terkena cahaya, maka dikedua terminal yang berbeda timbul tegangan listrik. Dipakai sebagai *sel surya*.



Gambar 4.9 Prinsip Foto-elemen

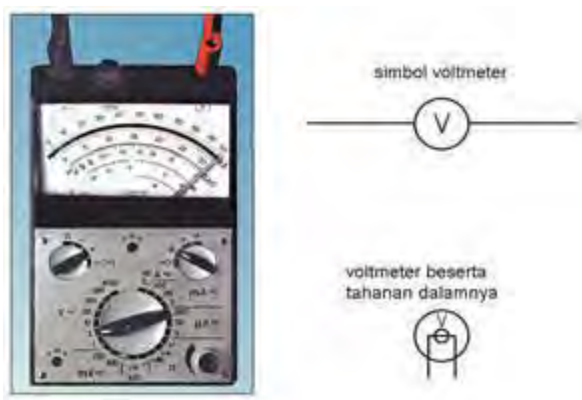
e. **Prinsip Piezo-Kristal:**

Bahan piezo-kristal yang diapit bahan aluminium. Piezo diberikan tekanan pada ujung berbeda timbul tegangan listrik.



Gambar 4.10 Prinsip Piezo-Kristal

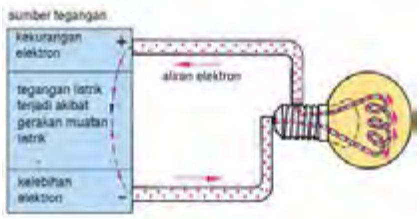
Tegangan listrik satuannya Volt, alat ukur tegangan disebut Voltmeter. Bentuk fisik dan simbol Voltmeter dan digabungkan untuk berbagai fungsi pengukuran listrik lainnya disebut Multimeter Gambar4.11.



Gambar 4.11 Simbol dan fisikVoltmeter

4. Arus Listrik

Aliran muatan dari satu tempat ketempat yang lain menyebabkan terjadinya arus listrik. Arus listrik bergerak dari terminal positif ke terminal negatif Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Arus listrikmengalir ke beban

Aliran listrik dalam kawat logam terdiri dari aliran elektron, arus listrik dianggap berlawanan arah gerakan elektron. Jika sejumlah muatan Q melewati suatu titik dalam penghantar dalam selang waktu t, maka arus dalam penghantar sesuai persamaan arus listrik :

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$[I] = \frac{C}{s} = \frac{As}{s} = A$$

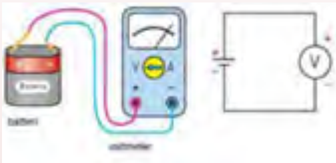
I Arus listrik (A)
Q Muatan listrik (Coulomb)
t Selang waktu (detik)

Satu Amper (1 A) adalah sejumlah aliran arus yang memuat elektron satu coulomb (1 C) dimana muatan bergerak kesuatu titik dalam satu detik.

Perhatian!

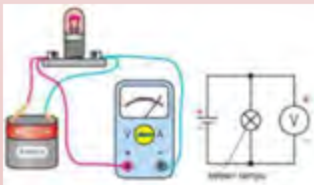
Pengukuran dengan Voltmeter harus diperhatikan, apakah listrik DC atau listrik AC. Disamping itu batas ukur tegangan harus diperhatikan, untuk mengukur tegangan DC 12 V harus menggunakan batas ukur diatasnya. Pengukuran tegangan AC 220 V, harus menggunakan batas ukur diatasnya, misalnya 500 V. Jika hal ini dilanggar, menyebabkan voltmeter terbakar dan rusak secara permanen.

Cara mengukur tegangan DC sebuah baterai, perhatikan meter switch selektor pada posisi sebagai Voltmeter, kedua perhatikan batas ukurnya (Gambar 4.13.a).



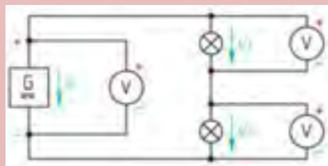
Gambar 4.13.a Mengukur tegangan

Terminal positif meter terhubung ke kutub positif baterai. Terminal negatif meter ke kutub negatif baterai. Mengukur tegangan lampu yang diberikan tegangan baterai, perhatikan terminal positif meter ke positif baterai. Kabel negatif meter ke negatif baterai Gambar 4.13.b, perhatikan batas ukur skala Voltmeter harus selalu diperhatikan



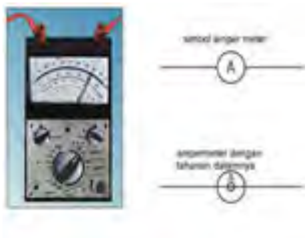
Gambar 4.13.b Mengukur tegangan baterai dan mengukur tegangan di masing-masing lampu

Mengukur tegangan baterai dan mengukur tegangan di masing-masing lampu dilakukan dengan Voltmeter, perhatikan tanda positif dan negatif meter tidak boleh terbalik Gambar4.13 .c.



Gambar 4.13.c Mengukur tegangan

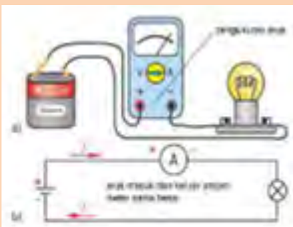
Arus listrik bergerak dari *terminal positip* ke *terminal negatif* dalam looptertutup, aliran arus listrik terjadi karena terdapat beda potensial antara kutubpositip dan kutub negatifnya.Arus listrik memiliki satuan *Amper*, dan alat ukurnya disebut *Ampermeter*. Bentuk fisik dan secara simbol *Ampermeter* dan digabungkan untuk berbagai fungsi pengu- kuran listrik lainnya, disebut *Multimeter* Gambar4.14.



Gambar 4.14 Ampermeter

Berbagai macam jenis *Ampermeter*, ada yang menggunakan jarum penunjuk (meter analog) ada yang menggunakan penunjukan digital. Pengukuran dengan *Ampermeter* harus diperhatikan, apakah listrik DC atau listrik AC. Disamping itu batas ukur arus harus diperhatikan, arus 10A harus menggunakan batas ukur diatasnya. Jika hal ini dilanggar, *Ampermeter* terbakar dan rusak secara permanen.

Cara mengukur arus listrik DC sebuah baterai perhatikan *Ampermeter* dipasang seri dengan beban, yang kedua perhatikan batas ukurnya Gambar4.15.Terminal positif *Ampermeter* terhubung ke positif baterai. Terminal negatif meter ke beban dan negatif baterai.

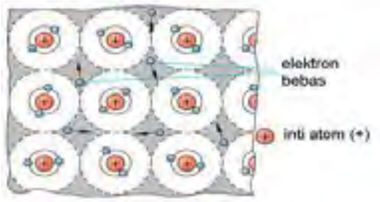


Gambar 4.15 Mengukur arus dengan Ampermeter

Alat ukur arus listrik adalah *Ampermeter*, ada *Ampermeter* analog dan *Ampermeter* digital. Saat melakukan pengukuran *batas ukur* harus disesuaikan.

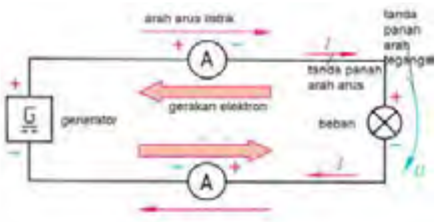
5. Arus Listrik pada Penghantar Logam

Logam merupakan penghantar listrik yang baik, seperti *tembaga, aluminium, besi* dsb. Dalam logam terdiri dari kumpulan atom, tiap atom terdiri atas proton bermuatan positif dan dikelilingi oleh elektron yang bermuatan negatif Gambar4.16.



Gambar 4.16 Atom terdiri atasproton dan elektron

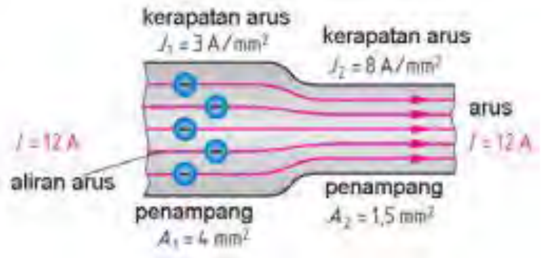
Aliran listrik merupakan aliran elektron, artinya elektron bergerak dari yang beda potensialnya tinggi menuju yang lebih rendah, atau dari terminal positif ke terminal negatif Gambar4.17. Setiap logam memiliki jumlah atom yang berbeda, sehingga ada logam yang mudah mengalirkan arus listrik karena konduktivitas yang baik. Ada logam yang konduktivitas arus listriknya lebih kecil.



Gambar 4.17 Aliran listrik merupakan aliran elektron

6. Kerapatan Arus Listrik

Kerapatan arus adalah besarnya arus yang mengalir tiap satuan luas penghantar mm^2. Arus listrik mengalir dalam kawat penghantar secara merata menurut luas penampangnya. Arus listrik 12 A mengalir dalam kawat berpenampang $4mm^2$, maka kerapatan arusnya $3A/mm^2$ ($12A/4\ mm^2$), ketika penampang penghantar mengecil $1{,}5mm^2$ maka kerapatan arusnya menjadi 8A/mm2 (12A/1,5 mm2) Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Kerapatan aruspada penghantar

Kerapatan arus berpengaruh pada kenaikan temperatur. Suhu penghantar dipertahankan sekitar 300C, dimana kemampuan hantar arus kabel sudah ditetapkan dalam tabel Kemampuan Hantar Arus (KHA).

Tabel 4.1 Kemampuan Hantar Arus

Penampang penghantar mm²	Kemampuan Hantar Arus (A)			
	kelompok B2		kelompok C	
	Jumlah penghantar			
	2	3	2	3
1,5	16,5	15	19,5	17,5
2,5	23	20	27	24
4	30	27	36	32
6	38	34	46	41
10	52	46	63	57
16	69	62	85	76
25	90	80	112	96

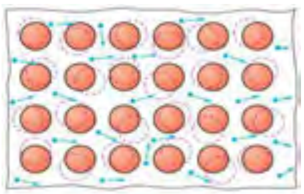
Persamaan kerapatan arus:

$$J = \frac{I}{A} \qquad [J] = \frac{A}{mm^2}$$

J Kerapatan Arus (A/mm²)
I Arus (A)
A Penampang kawat (mm²)

7. Tahanan Penghantar

Penghantar dari bahan metal mudah mengalirkan arus listrik, tembaga dan aluminium memiliki daya hantar listrik yang tinggi. Bahan terdiri dari kumpulan atom, setiap atom terdiri proton dan elektron Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Kumpulanatom membentuk material

Aliran arus listrik merupakan aliran elektron. Elektron bebas yang mengalir ini mendapat hambatan saat melewati atom sebelahnya. Akibatnya terjadi gesekan elektron dengan atom dan ini menyebabkan penghantar panas. Tahanan penghantar memiliki sifat menghambat yang terjadi pada setiap bahan. Persamaan tahanan penghantar:

$$R = \frac{1}{G} \qquad G = \frac{1}{R}$$

$$[R] = \frac{1}{S} = \Omega \qquad [G] = \frac{1}{\Omega} = \Omega^{-1}$$

R Tahanan penghantar (Ω)
G Konduktivitas (Ω^{-1})

Tahanan konduktor dipengaruhi oleh empat faktor:

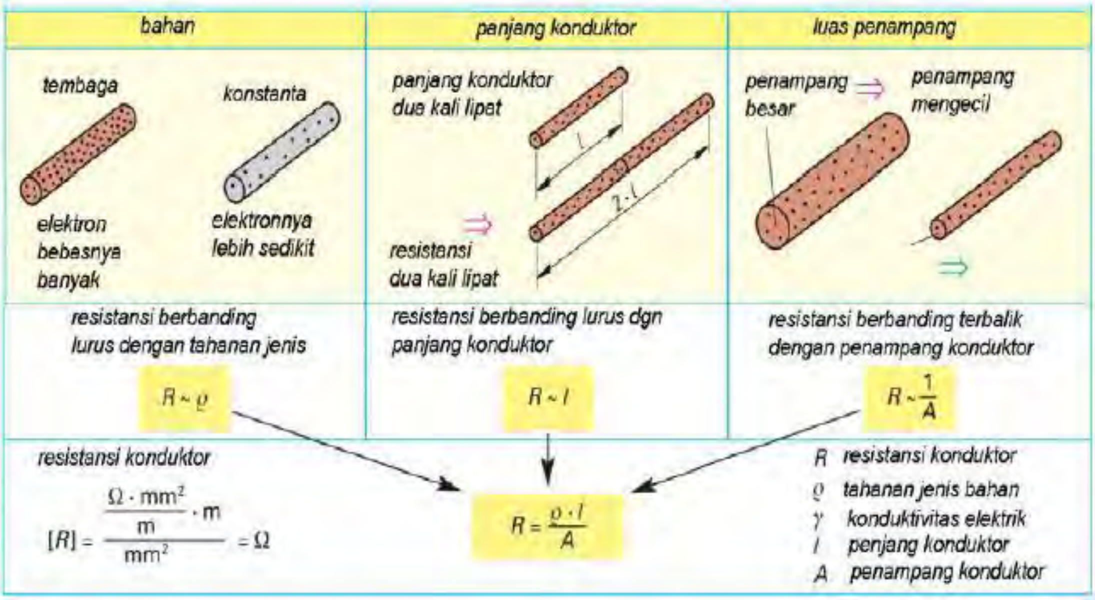
1. Berbanding lurus panjang penghantar
2. Berbanding terbalik penampang penghantar
3. Jenis bahan penghantar
4. Temperatur penghantar

Besarnya tahanan konduktor sesuai hukum Ohm

$$R = \rho.\frac{l}{A} \qquad \rho = \frac{\Omega.mm^2}{m}$$

R Tahanan konduktor (Ω)
ρ Tahanan jenis konduktor ($\Omega.mm^2/m$)
l Panjang konduktor (m)
A Penampang konduktor (mm^2)

Tabel 4.2 Resistansi Konduktor



Tabel 4.3 Tahanan jenis bahan

Bahan penghantar	$\frac{\Omega.mm^2}{m}$	$\frac{m}{\Omega.mm^2}$
Aluminium (Al)	0,0278	36,0
Tembaga (Cu)	0,0178	56,0
Perak (Ag)	0,0167	60,0
Emas (Au)	0,022	45,7

Tahanan penghantar dipengaruhi oleh temperatur, ketika temperatur meningkatikatan atom makin meningkat akibatnya aliran elektron terhambat. Dengandemikian kenaikan temperatur menyebabkan kenaikan tahanan penghantar.

Tabel 4.4 Koefisien temperatur bahan pada 200C

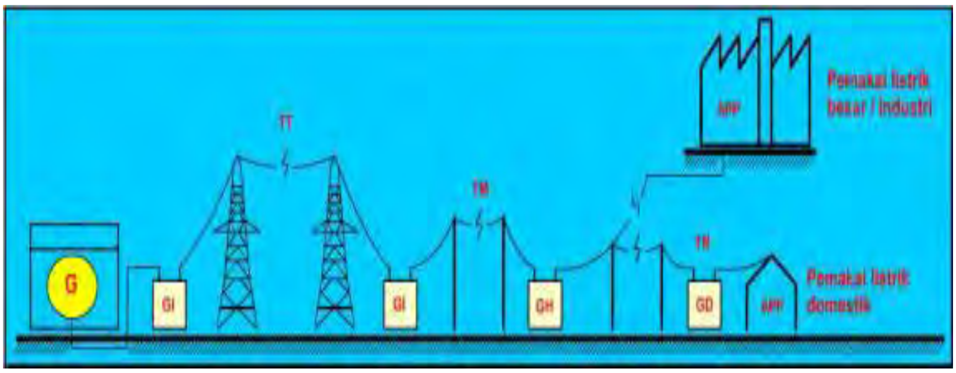
Bahan	1/K	Bahan	1/K
Besi	0,00657	Tembaga	0,0039
Timah	0,0046	Aluminium	0,004
Timah hitam	0,0042	Kuningan	0,0015
Seng	0,0042	Manganin	0,00001
Emas	0,00398	Konstanta	0,00004
Perak	0,0041	Arang batu	-0,00045

B. Pemanfaatan Listrik

1. Penyediaan dan Instalasi Listrik

Pemanfaatan energi listrik oleh manusia mada saat ini telah menjadi kebutuhan primer. Penggunaan listrik pada skala rumah tinggal, perkantoran, sekolah, industri bahkan jalan raya tidak dapat dipungkiri lagi. Matinya tenaga listrik dapat menjadi kendala bagi berbagai kehidupan aktivitas manusia, bahkan dapat mengakibatkan kerugian materi yang tidak sedikit jika satu industri mengalami gangguan mati tenaga listrik dalam hitungan jam saja.

Penyedia energi listrik di Indonesia dikelola perusahaan ketenagalistrikan (PT. PLN), dan pelaksana instalasinya dikerjakan oleh instalatir. Energi listrik dari pembangkit sampai ke pemakai/konsumen, disalurkan melalui saluran transmisi dan distribusi yang disebut instalasi penyedia listrik. Sedangkan saluran dari alat pembatas dan pengukur (APP) sampai ke beban disebut instalasi pemanfaatan tenaga listrik. Agar konsumen listrik dapat memanfaatkan energi listrik dengan aman, nyaman dan kontinyu, diperlukan instalasi listrik yang perencanaan maupun pelaksanaannya memenuhi standar berdasarkan peraturan yang berlaku.



Gambar 4.20 Saluran energi listrik dari pembangkit ke pemakai

Keterangan :

G : Generator	GI : Gardu Induk
GH : Gardu Hubung	GD : Gardu Distribusi
TT : Jaringan tegangan tinggi	TM : Jaringan tegangan menengah
TR : Jaringan tegangan rendah	APP : Alat pembatas dan pengukur

Di pusat pembangkit tenaga listrik, generator digerakan oleh turbin dari bentuk energi lainnya antara lain : dari Air - PLTA; Gas - PLTG; Uap - PLTU; Diesel - PLTD; Panas Bumi - PLTP; Nuklir - PLTN. Energi listrik dari pusat

pembangkitnya disalurkan melalui jaringan transmisi yang jaraknya relatif jauh ke pemakai listrik/konsumen.

Gambar 4.21 Pembangkit tenaga listrik

Gambar 4.22 Gardu Induk

Gambar 4.23 Gardu Distribusi

Gambar 4.24 Jaringan tegangan tinggi

Gambar 4.25 Jaringan tegangan menengah

Gambar 4.26 Jaringan tegangan rendah

Gambar 4.27 Alat pembatas dan pengukur

Instalasi dari pembangkitan sampai dengan alat pembatas/pengukur (APP) disebut Instalasi Penyediaan Tenaga Listrik. Dari mulai APP sampai titik akhir beban disebut Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik. PT. PLN membedakan konsumen listrik di Indonesia sebagai berikut :

1. Konsumen Rumah Tangga

   Kebutuhan daya listrik untuk rumah tangga antara 450VA s.d 4400VA, secara umum menggunakan sistem 1 fasa dengan tegangan rendah 220V/380V dan jumlahnya sangat banyak.

2. Penerangan Jalan Umum (PJU)

   Pada kota-kota besar penerangan jalan umum sangat diperlukan oleh karena bebannya berupa lampu dengan masing-masing daya tiap lampu/tiang antara

50VA s.d 250VA bergantung pada jenis jalan yang diterangi, maka sistem yang digunakan 1 fasa dengan tegangan rendah 220V/380V.

3. Konsumen Pabrik

Jumlahnya tidak sebanyak konsumen rumah tangga, tetapi masing-masing pabrik dayanya dalam orde kVA. Penggunaannya untuk pabrik yang kecil masih menggunakan sistem 1 fasa tegangan rendah (220V/380V), namun untuk pabrik-pabrik yang besar menggunakan sistem 3 fasa dan saluran masuknya dengan jaringan tegangan menengah 20kV.

4. Konsumen Komersial

Yang dimaksud konsumen komersial antara lain stasiun, terminal, KRL (Kereta Rel Listrik), hotel-hotel berbintang, rumah sakit besar, kampus, stadion olahraga, mall, hypermarket, apartemen. Rata-rata menggunakan sistem 3 fasa, untuk yang kapasitasnya kecil dengan tegangan rendah, sedangkan yang berkapasitas besar dengan tegangan menengah.

Standarisasi daya tersambung yang disediakan oleh PT. PLN berupa daftar penyeragaman pembatasan dan pengukuran dengan daya tersedia untuk tarif S-2, S-3, R-1, R-2, R-4, U-1, U-2, G-1, I-1, I-2, I-3, H-1 dan H-2 pada jaringan distribusi tegangan rendah. Sedangkan daya tersambung pada tegangan menengah, dengan pembatas untuk tarif S-4, SS-4, I-4, U-3, H-3 dan G-2 seperti dimuat dalam tabel 4.5.

Tabel 4.5 Daya Tersambung Pada Tegangan Menengah

Arus Nominal (Ampere)	Daya Tersambung (kVA) pada Tegangan			
	6 kV	12 kV	15 kV	20 kV
-	*)	*)	*)	210**)
-	-	-	-	235***)
6,3	-	-	-	240
10	-	210	260	345
16	-	335	415	555
20	210	415	520	690
25	260	520	650	865
32	335	665	830	1.110
40	415	830	1.040	1.385
50	520	1.040	1.300	1.730
63	655	1.310	1.635	2.180
80	830	1.660	2.080	2.770
100	1.040	2.880	2.600	3.465
125	1.300	2.600	3.250	4.330
160	1.660	3.325	4.155	5.540
200	2.080	4.155	5.195	6.930
250	2.600	5.195	6.495	8.660

Keterangan :
*) Secara bertahap disesuaikan menjadi 20 kV
**) Pengukuran tegangan menengah tetapi dengan pembatasan pada sisi tegangan rendah dengan pembatas arus 3 x 355 Ampere tegangan 220/380 Volt.
***) Pengukuran tegangan menengah tetapi dengan pembatasan pada sisi tegangan rendah dengan pembatas arus 3 x 630 Ampere tegangan 127/220 Volt.

Pengguna listrik yang dilayani oleh PT. PLN dapat dibedakan menjadi beberapagolongan yang ditunjukkan tabel berikut ini :

Tabel 4.6 Golongan Pelanggan PT. PLN

No	Golongan Tarif	Penjelasan	Sistem Tegangan	Batas Daya
1.	S – 1	Pemakai sangat kecil	TR	s/d 200 VA
2.	S – 2	Badan sosial kecil	TR	250 VA s/d 2200VA
3.	S – 3	Badan sosial sedang	TR	2201 VA s/d 200 kVA
4.	S – 4	Badan sosial besar	TM	201 Kva KEATAS
5.	SS – 4	Badan sosial besar dikelola swasta untuk komersial	TM	201 Kva KEATAS
6.	R – 1	Rumah tangga kecil	TR	250 VA s/d 500 VA
7.	R – 2	Rumah tangga sedang	TR	501 VA s/d 2200 VA
8.	R – 3	Rumah tangga menengah	TR	2201 VA s/d 6600 VA
9.	R – 4	Rumah tangga besar	TR	6601 VA KEATAS
10.	U – 1	Usaha Kecil	TR	250 VA s/d 2200 VA
11.	U – 2	Usaha Sedang	TR	2201 VA s/d 200 kVA
12.	U – 3	Usaha Besar	TM	201 kVA keatas
13.	U – 4	Sambungan Sementara	TR	
14.	H – 1	Perhotelan Kecil	TR	250 VA s/d 99 kVA
15.	H – 2	Perhotelan Sedang	TR	100 kVA s/d 200 kVA
16.	H – 3	Perhotelan Besar	TM	201 kVA keatas
17.	I – 1	Industri Rumah Tangga	TR	450 VA s/d 2200 VA
18.	I – 2	Industri Kecil	TR	2201 VA s/d 13,9 kVA
19.	I – 3	Industri Sedang	TR	14 kVA s/d 200 kVA
20.	I – 4	Industri Menengah	TM	201 Kva KEATAS
21.	I – 5	Industri Besar	TT	30.000 kVA keatas
22.	G – 1	Gedung Pemerintahan kecil/sedang	TR	250 VA s/d 200 kVA
23.	G – 2	Gedung Pemerintahan Besar	TM	201 Kva KEATAS
24.	J	Penerangan Umum	TR	

Sumber : PT. PLN Jabar, 2002

2. Jaringan Listrik

Pusat tenaga listrik pada umumnya terletak jauh dari pusat bebannya. Energi listrik disalurkan melalui jaringan transmisi. Karena tegangan generator pembangkit umumnya relatif rendah (6kV-24kV). Maka tegangan ini dinaikan dengan transformator daya ke tegangan yang lebih tinggi antara 30kV-500kV. Tujuan peningkatan tegangan ini, selain memperbesar daya hantar dari saluran (berbanding lurus dengan kwadrat tegangan), juga untuk memperkecil rugi daya dan susut tegangan pada saluran.

Penurunan tegangan dari jaringan tegangan tinggi/ekstra tinggi sebelum kekonsumen dilakukan dua kali. Yang pertama dilakukan di gardu induk (GI), menurunkan tegangan dari 500kV ke 150kV atau dari 150kV ke 70kV. Yang kedua dilakukan pada gardu distribusi dari 150 kV ke 20 kV, atau dari 70kV ke 20 kV.

Saluran listrik dari sumber pembangkit tenaga listrik sampai transformator terakhir, sering disebut juga sebagai saluran transmisi, sedangkan dari transformator terakhir sampai konsumen disebut saluran distribusi atau saluran primer.

Ada dua macam saluran transmisi/distribusi PLN yaitu saluran udara (*overhedlines*) dan saluran kabel bawah tanah (*undergound cable*). Kedua cara penyaluran tersebut mesing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian. Dari segi keindahan, saluran bawah tanah lebih disukai dan juga tidak mudah terganggu oleh cuaca buruk : hujan, petir angin dan sebagainya. Namun saluran bawah tanah jauh lebih mahal dibanding saluran udara, tidak cocok untuk daerah banjir karena bila terjadi gangguan/kerusakan, perbaikannya lebih sulit. Akhir/ujung dari saluran transmisi, adalah merupakan saluran masuk pelayanan kedalam suatu gedung/bangunan, sebagai pengguna energi listrik. Adapun komponen/peralatan utama kelistrikan pada gedung/bangunan. Dari pertimbangan diatas, bahwa saluran udara lebih cocok di gunakan pada :

1. saluran transmisi tegangan tinggi,
2. daerah luar kota, misalnya di pegunungan atau daerah jarangpenduduknya.

Sedangkan untuk saluran bawah tanah akan cocok digunakan pada :

1. saluran transmisi tegangan rendah,
2. kota-kota besar yang banyak penduduknya.

Sedangkan keuntungan pemasangan saluran bawah tanah antara lain :

1. Biaya pemeliharaan saluran kabel bawah tanah relatif murah.
2. Sambungan bawah tanah relatif tidak terganggu oleh pengaruh-pengaruhcuaca : hujan, angin, petir, salju, sabotase, pencurian kabel lebih sulit,gangguan layang-layang.
3. Saluran bawah tanah tidak menggangu keindahan pandangan, tidaksemerawut seperti saluran udara.

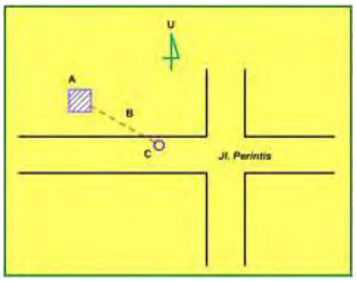
Secara rinci keuntunganpemasangan saluranudara antara lain :

1. Biaya investasi untukmembangun suatusaluran udara jauh lebih murah dibandingkan untuk saluran dibawah tanah.
2. Untuk daerah-daerah

3. Gambar Instalasi Listrik

Pada saat konsumen akan memasang instalasi listrik, dibutuhkan Gambar yang dapat menjelaskan pemasangan listrik pada satu area atau tempat. Gambar yang dibutuhkan diantaranya adalah :

a. Gambar Situasi



Gambar 4.28 Situasi

Keterangan :
A : Lokasi bangunan
B : Jarak bangunan ke tiang
C : kode tiang/transformator
U : menunjukkan arah utara

Gambar situasi menunjukan Gambar posisi gedung/bangunan yang akan dipasang instalasilistriknya terhadap saluran/jaringan listrik terdekat. Data yang perlu ditulis pada gambar situasi ini adalah alamat lengkap, jarak terhadap sumber listrik terdekat (tiang listrik/bangunan yang sudah berlistrik) untuk daerah yang sudah ada jaringan listriknya.

I iknya, perlu digambarkan rencana pemasangan

t

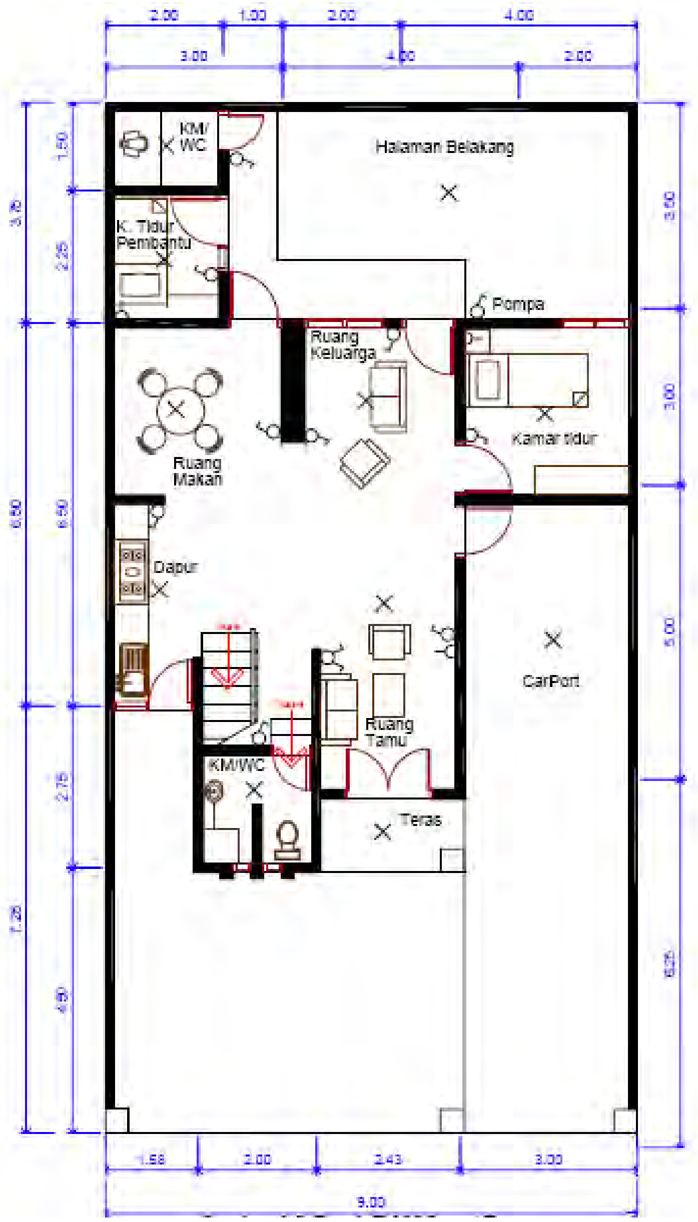
b. Gambar Instalasi

Gambar instalasi menunjukan gambar denah bangunan (pandangan atas) dengan rencana tata letak perlengkapan listrik dan rencana hubungan perlengkapan listriknya. Saluran masuk langsung ke APP yang biasanya terletak di depan/bagian yang mudah dilihat dari luar. Dari APP ke PHB utama melalui kabel toefoer, yang biasanya berjarak pendek, dan posisinya ada didalam bangunan. Pada PHB ini energi listrik didistribusikan ke beban menjadi beberapa group/kelompok :

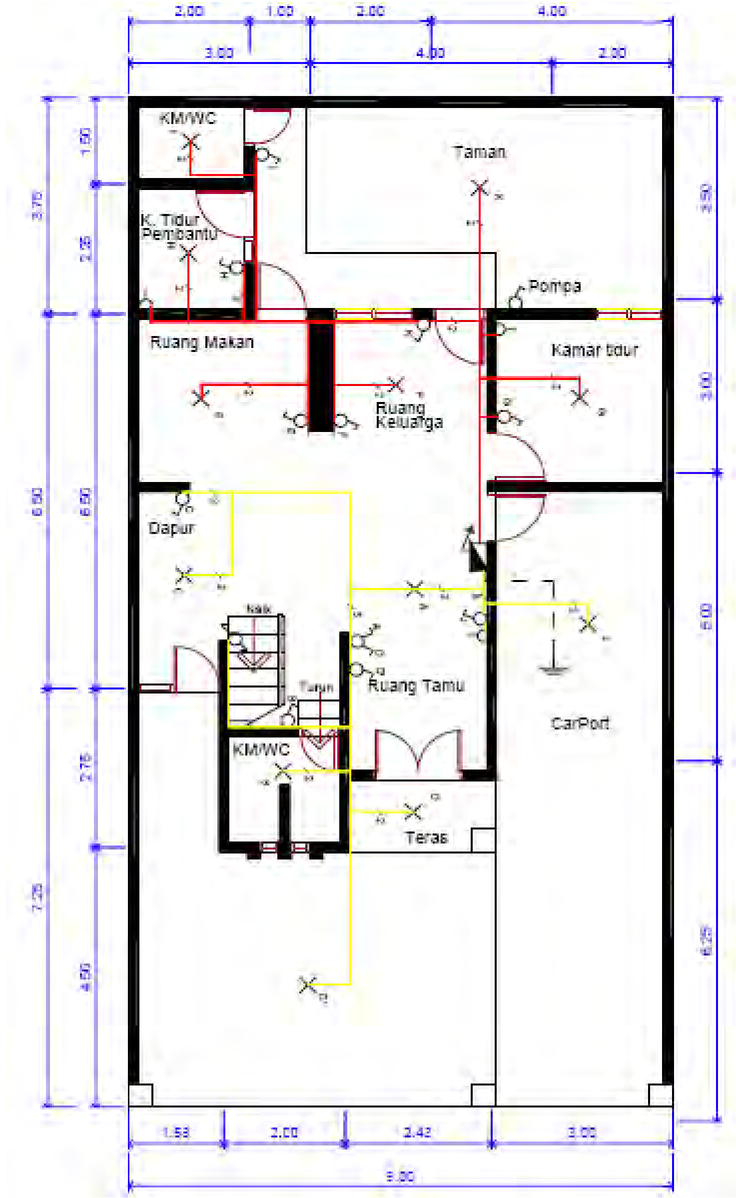
1) Untuk konsumen domestik/bangunan kecil, dari PHB dibagi menjadi beberapa group dan langsung ke beban. Biasanya dengan sistem satu fasa.
2) Untuk konsumen industri karena areanya luas, sehingga jarak ke beban jauh dari PHB utama dibagi menjadi beberapa group cabang/*Sub Distribution Panel* baru disalurkan ke beban.

Dalam perencanaan instalasi listrik pada suatu gedung/bangunan, berkas rancangan instalasi listrik terdiri dari :

1) Gambar Situasi
2) Gambar Instalasi
3) Diagram Garis Tunggal
4) Gambar Rinci



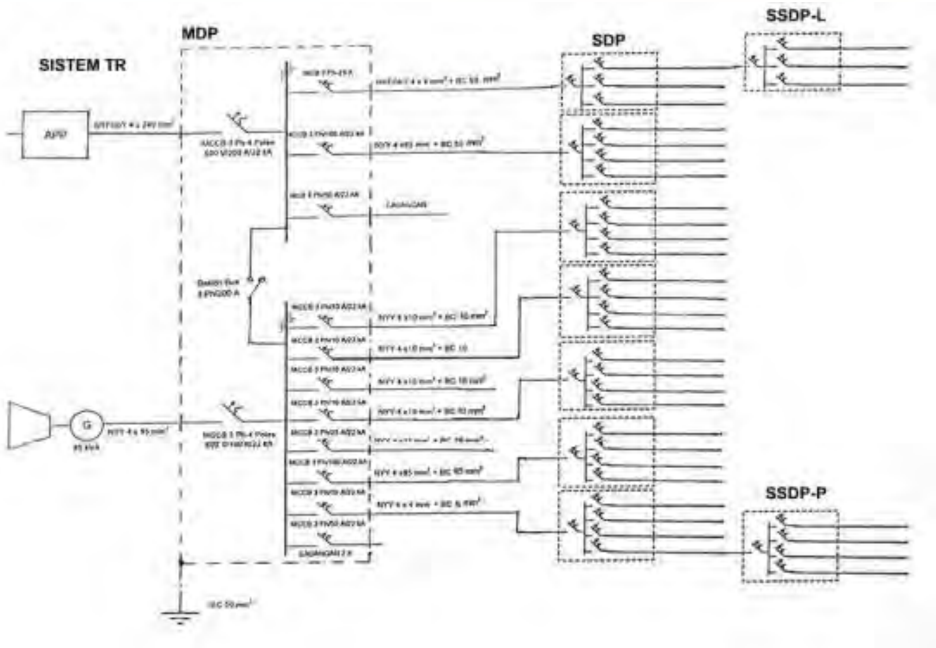
Gambar 4.29 Denah rumah



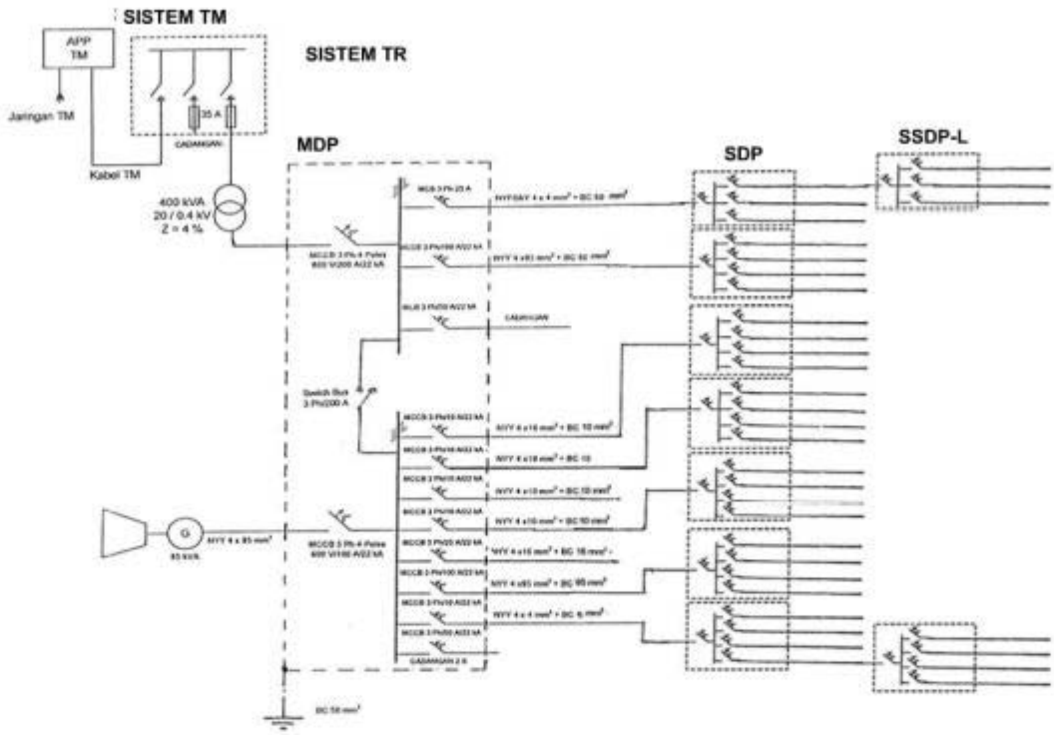
Gambar 4.30 Instalasi rumah

c. Diagram Garis Tunggal

Diagram garis tunggal menunjukan gambar satu garis dari APP ke PHB utama yang di distribusikan ke beberapa group langsung ke beban (untuk bangunan berkapasitas kecil) dan melalui panel cabang (SDP) maupun sub panel cabang (SSDP) baru ke beban. Pada diagram garis tunggal ini selain pembagian group pada PHB utama/cabang/sub cabang juga menginformasikan jenis beban, ukuran dan jenis penghantar, ukuran dan jenis pengaman arusnya, dan sistem pembumian/pertanahannya.



Gambar 4.31 Diagram satu garis instalasi listrik pada bangunan/gedung Tegangan Rendah



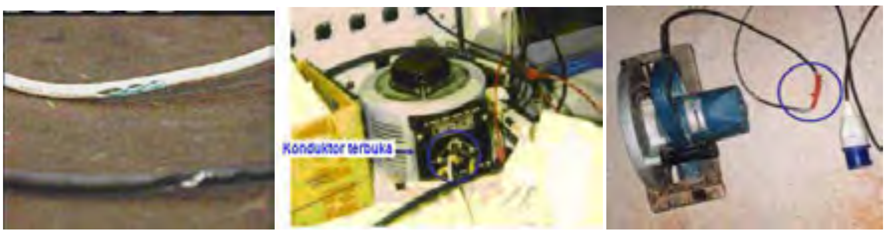
Gambar 4.32 Diagram satu garis instalasi listrik pada bangunan/gedung sistem Tegangan Menengah dan Tegangan Rendah

C. Keamanan Penggunaan Listrik

Tidak dipungkiri lagi bahwa energi listrik sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia, namun penggunaan yang tidak aman akan sangat membahayakan bagi kehidupan manusia pula. Kecelakaan akibat listrik dapat berupa kecelakaan langsung seperti tersengat listrik dan kebakaran, juga kecelakaan tidak langsung seperti terjatuh dari tempat ketinggian, ledakan, dan luka bakar.

1. Kondisi berbahaya

Banyak penyebab bahaya listrik yang ada dan terjadi di sekitar kita, diantaranya adalah isolasi kabel rusak, bagian penghantar terbuka, sambungan terminal yang tidak kencang. Isolasi kabel yang rusak merupakan akibat dari sudah terlalu tuanya kabel dipakai atau karena sebab-sebab lain (teriris, terpuntir, tergencet oleh benda berat dll), sehingga ada bagian yang terbuka dan kelihatan penghantarnya atau bahkan ada serabut hantaran yang menjuntai. Ini akan sangat berbahaya bagi yang secara tidak sengaja menyentuhnya atau bila terkena ceceran air atau kotoran-kotoran lain bisa menimbulkan kebakaran.



a b c

Gambar 4.33 Contoh-contoh penyebab bahaya listrik
(a) Kabel terkelupas
(b) Konduktor yang terbuka
(c) isolasi kabel yang sudah pecah

Penghantar yang terbuka biasa terjadi pada daerah titik-titik sambungan terminal dan akan sangat membahayakan bagi yang bekerja pada daerah tersebut, khususnya dari bahaya sentuhan langsung.

Sambungan listrik yang kendor atau tidak kencang, walaupun biasanya tidak membahayakan terhadap sentuhan, namun akan menimbulkan efek pengelasan bila terjadi gerakan atau goyangan sedikit. Ini kalau dibiarkan akan merusak bagian sambungan dan sangat memungkinkan menimbulkan potensi kebakaran.

Gambar 4.34 Contoh penggunaan alat listrik

2. Prosedur Keselamatan Umum

a. Hanya orang-orang yang berwenang, dan berkompeten yang diperbolehkan bekerja pada atau disekitar peralatan listrik.
b. Menggunakan peralatan listrik sesuai dengan prosedur (jangan merusak atau membuat tidak berfungsinya alat pengaman).
c. Jangan menggunakan tangga logam untuk bekerja di daerah instalasi listrik
d. Pelihara alat dan sistem dengan baik

Gambar 4.35 Penggunaan tangga di daerah instalasilistrik

Gambar 4.36 Rutinitas pemeriksaan kondisi peralatan

e. Menyiapkan langkah-langkah tindakan darurat ketika terjadi kecelakaan.

f. Prosedur shut-down, tombol pemutus aliran listrik (*emergency off*) harus mudah diraih.

   Pertolongan pertama pada orang yang tersengat listrik. Korban harus dipisahkan dari aliran listrik dengancara yang aman sebelum dilakukan pertolongan pertama. Hubungi bagian yang berwenang untuk melakukan pertolongan pertama pada kecelakaan. Pertolongan pertama harus dilakukan oleh orang yang berkompeten

Gambar 4.37 Pemisahan si korban dari aliran listrik

Gambar 4.38 Tindakan pertolongan pertama

3. Prosedur Keselamatan Khusus

a. Prosedur *Lockout/Tagout*

Prosedur ini merupakan prosedur keselamatan khusus yang diperlukan ketika bekerja untuk melakukan pemeliharaan/perbaikan pada sistem peralatan listrik secara aman. Tujuan prosedur *locout/tagout* adalah:

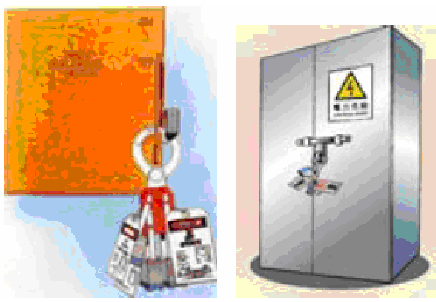
1) Mencegah adanya release baik secara elektrik maupun mekanik yang tidak disengaja yang membahayakan orang yang sedang dan atau perbaikan.
2) Memisahkan/ melakukan pekerjaan pemeliharaan memutuskan dari aliran listrik.

Langkah-langkah prosedur ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Buat rencana lockout/tagout
2) Beritahu operator dan penggunalainnya rencana pemutusan aliranlistrik
3) Putuskan aliran pada titik yangtepat

Gambar 4.39 Titik pemutusan aliranlistrik

4) Periksa apakah tim/pekerja telah menggantungkan padlocksnya pada titik lockout



Gambar 4.40 Penandaan alat yang diperbaik

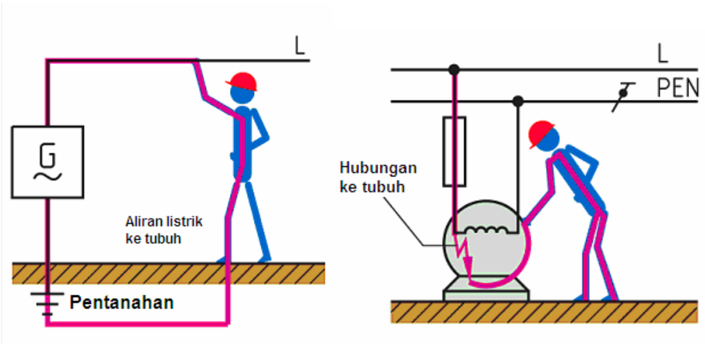
5) Letakkan tulisan ”perhatian” pada titik lockout

Gambar 4.41 Tanda pekerjaan selesai

6) Lepaskan energi sisa/tersimpan (baterai kapasitor, per)
7) Pastikan bahwa peralatan/sistem tidak beraliran listrik
8) Semua anggota tim/pekerja mengambil padlocknya kembali setelah pekerjaan selesai.

b. Sengatan Listrik

Sengatan listrik dapat terjadi akibat sentuhan langsung atau sentuhan tidak langsung terhadap jaringan instalasi listrik yang secara terbuka dialiri arus listrik.



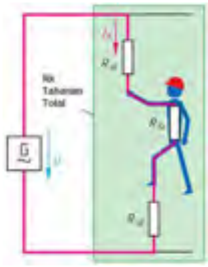
a. Sentuhan Langsung **b. Sentuhan Tak Langsung**
Gambar 4.42 Sentuhan manusia pada jaringan listik

Sengatan listrik terjadi akibat Ada tiga faktor yang menentukan tingkat bahaya listrik bagi manusia, yaitu tegangan (V), arus (I) dan tahanan (R). Ketiga faktor tersebut saling mempengaruhi antara satu dan lainnya yang ditunjukkan dalam hukum Ohm, yaitu:

$$I = \frac{V}{R}; \quad R = \frac{V}{I}; \quad V = IxR$$

.

Tegangan dalam satuan volt (V) merupakan tegangan sistem jaringan listrik atau sistem tegangan pada peralatan. Arus dalam satuan ampere (A) atau mili amper (mA) adalah arus yang mengalir dalam rangkaian, dan tahanan (R) dalam satuan Ohm, kilo Ohm atau mega Ohm adalah nilai tahanan atau resistansi total saluran yang tersambung pada sumber tegangan listrik. Pada saat terjadi sengatan listrik, tubuh manusia merupakan tahanan bagian dari rangkaian listrik, yang menerima arus listrik dan memberikan dampak bagi tubuh manusia.



Gambar 4.43 Tubuh manusia bagian dari rangkaian listrik

Bahaya sengatan listrik berawal dari sistem tegangan yang digunakan untuk mengoperasikan alat. Semakin tinggi sistem tegangan yang digunakan, semakin tinggi pula tingkat bahayanya. Jaringan listrik tegangan rendah di Indonesia mempunyai tegangan fasa-tunggal 220 V, dan fasa-tiga 220/380 V dengan frekuensi 50 Hz. Sistem tegangan ini
sungguh sangat berbahaya bagi keselamatan manusia.

Dampak Sengatan Listrik Pada Manusia

1. Gagal kerja jantung (Ventricular Fibrillation), yaitu berhentinya denyut jantung atau denyutan yang sangat lemah sehingga tidak mampu mensirkulasikan darah dengan baik. Untuk mengembalikannya perlu bantuan dari luar.
2. Gangguan pernafasan akibat kontraksi hebat (suffocation) yang dialami oleh paru-paru
3. Kerusakan sel tubuh akibat energi listrik yang mengalir di dalam tubuh.
4. Terbakar akibat efek panas dari listrik.

Ada tiga faktor yang menentukan keseriusan sengatan listrik pada tubuh manusia, yaitu: besar arus, lintasan aliran, dan lama sengatan pada tubuh.

Besar arus yang mengalir dalam tubuh akan ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh. Tegangan tergantung sistem tegangan yang digunakan, sedangkan tahanan tubuh manusia bervariasi tergantung pada jenis, kelembaban/moistur kulit dan faktor-faktor lain seperti ukuran tubuh, berat badan, dan lain sebagainya. Tahanan kontak kulit bervariasi dari 1000 kΩ (kulit kering) sampai 100 Ω (kulit basah). Tahanan dalam (internal) tubuh sendiri antara 100– 500Ω.

Lintasan arus listrik dalam tubuh juga akan sangat menentukan tingkat akibat sengatan listrik. Lintasan yang sangat berbahaya adalah yang melewati jantung, dan pusat saraf (otak). Untuk menghindari kemungkinan terburuk adalah apabila kita bekerja pada sistem kelistrikan, khususnya yang bersifat ONLINE adalah sebagai berikut:

a. gunakan topi isolasi untuk menghindari kepala dari sentuhan listrik,
b. gunakan sepatu yang berisolasi baik agar kalau terjadi hubungan listrik dari anggota tubuh yang lain tidak mengalir ke kaki agar jantung tidak dilalui arus listrik,
c. gunakan sarung tangan isolasi minimal untuk satu tangan untuk menghindari lintasan aliran kejantung bila terjadi sentuhan listrik melalui kedua tangan. Bila tidak, satu tangan untuk bekerja sedangkan tangan yang satunya dimasukkan ke dalam saku.

Lama waktu sengatan listrik ternyata sangat menentukan kefatalan akibat sengatan listrik. Penemuan faktor ini menjadi petunjuk yang sangat berharga bagi pengembangan teknologi proteksi dan keselamatan listrik. Semakin lama waktu tubuh dalam sengatan semakin fatal pengaruh yang diakibatkannya. Oleh karena itu, yang menjadi ekspektasi dalam pengembangan teknologi adalah bagaimana bisa membatasi sengatan agar dalam waktu sependek mungkin.

Perlu Kamu Tahu

Semakin lama waktu tubuh dalam sengatan semakin fatal pengaruh yang diakibatkannya pada manusia. Pengaruh Arus listrik pada manusia:

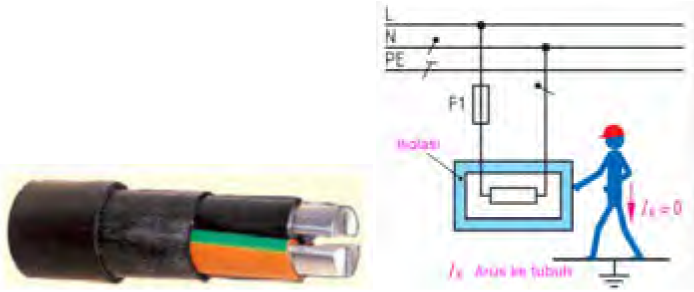
- Arus 1mA hanya menimbulkan kejutan kecil dan tidak membahayakan
- Arus 5 mA akan memberikan stimulasi yang cukup tinggi pada otot dan menimbulkan rasa sakit
- Arus 10 mA akan menyebabkan rasa sakit yang hebat.
- Arus 20 mA akan menyebabkan terjadinya pengerutan pada otot sehingga orang yang terkena tidak dapat melepaskan diri tanpa bantuan orang-orang lain.
- Arus 50 mA sudah sangat berbahaya.
- Arus 100 mA akan mengakibatkan kematian.

Daerah	Reaksi Tubuh	
1		Tidak terasa
2		Belum menyebab-kan gangguan kesehatan
3		Kejang otot, gangguan pernafasan
4		Kegagalan detak jantung, kematian

4. Pengamanan Bahaya Listrik

Ada banyak cara/metoda pengamanan dari sentuhan langsung seperti yang akan dijelaskan berikut ini.

a. Pastikan bahwa kualitas isolasi pengaman baik, dan dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan dengan baik. Memasang kabel sesuai dengan peraturan dan standard yang berlaku.



Gambar 4.44 Pengamanan dengan isolasi pengaman

b. Menghalangi akses atau kontak langsung menggunakan enklosur, pembatas, penghalang

Gambar 4.45 Pengamanan dengan Pemagaran

c. Menggunakan peralatan INTERLOCKING. Peralatan ini biasa dipasang pada pintu-pintu. Ruangan yang di dalamnya terdapat peralatan yang berbahaya. Jika pintu dibuka, semua aliran listrik keperalatan terputus (*door switch*)

d. Pentanahan (*Grounding*)

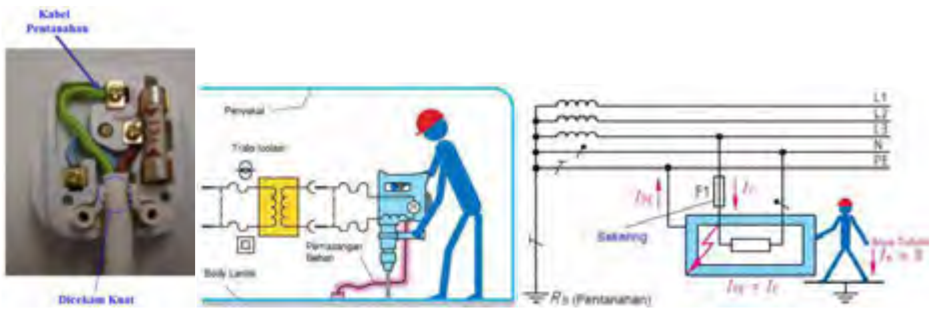
Pentanahan merupakan salah satu cara konvensional untuk mengatasi bahaya tegangan sentuh tidak langsung yang dimungkinkan terjadi pada bagian peralatan yang terbuat dari logam. Untuk peralatan yang mempunyai selungkup/rumah tidak terbuat dari logam tidak memerlukan sistem ini. Agar sistem ini dapat bekerja secara efektif maka baik dalam

pembuatannya maupun hasil yang dicapai harus sesuai dengan standard. Ada 2 hal yang dilakukan oleh sistem pentanahan, yaitu:

1) menyalurkan arus dari bagian-bagian logam peralatan yang teraliri arus listrik liar ke tanah melalui saluran pentanahan
2) menghilangkan beda potensial antara bagian logam peralatan dan tanah sehingga tidak membahayakan bagi yang menyentuhnya.

Dengan saluran pentanahan peralatan jauh lebih aman. Karena itu, saluran pentanahan ini juga disebut Saluran Pengaman. Walaupun begitu, untuk menjamin keefektifan saluran pentanahan, perlu diperhatikan bahwa sambungan-sambungan harus dilakukan secara sempurna.

1) Setiap sambungan harus disekrup secara kuat agar hubungan kelistrikannya bagus guna memberikan proteksi yang baik;
2) Kabel dicekam kuat agar tidak mudah tertarik sehingga kabel dan sambungan tidak mudah bergerak. Dengan kondisi sambungan yang baik menjamin koneksi pentanahan akan baik pula dan bisa memberikan jaminan keselamatan bagi orang-orang yang mengoperasikan peralatan yang sudah ditanahkan.



(a) koneksi (b) hubungan alat dan pengguna (c) aliran arus
Gambar 4.46 Pengawatan kabel pentanahan

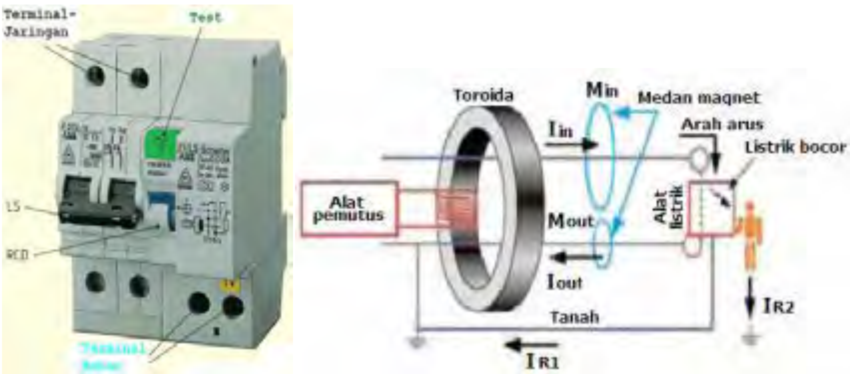
e. Alat Proteksi Otomatis

Alat-alat proteksi otomatis terhadap tegangan sentuh. Peralatan ini tidak terbatas pada pengamanan manusia dari sengatan listrik, namun berkembang lebih luas untuk pengamanan dari bahaya kebakaran. Jenis-jenis alat proteksi yang banyak dipakai, antara lain adalah: Residual Current Device (RCD), Earth Leakage Circuit Breaker (ELCB) dan Ground Fault Circuit Interruptor (GFCI). Walaupun berbeda-beda namun secara prinsip adalah sama. Yakni, alat ini akan bekerja/aktif bila mendeteksi

adanya arus bocor ke tanah. Karena kemampuan itulah, arus bocor ini dianalogikan dengan arus sengatan listrikyang mengalir pada tubuh manusia.

1) Residual Current Device (RCD)

   Gambar 4.47 menunjukkan gambaran fisik sebuah RCD untuk sistem fasa tunggal dan diagram skemanya. Prinsip kerja RCD dapat dijelaskan sebagai berikut. Perhatikan gambar diagram skematik Gambar 4.47 b.



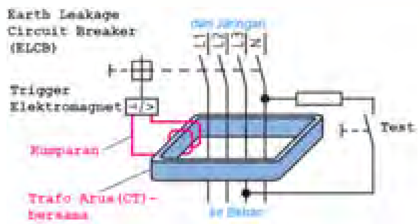
(a) Gambaran fisik RCD *(b) diagram skematik RCD*

Gambar 4.47 Contoh pengaman otomatis

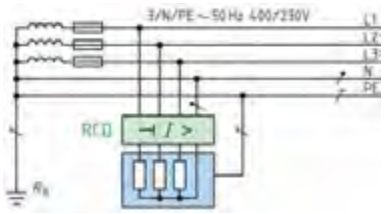
I_{in} : arus masuk
I_{out} : arus keluar
I_{R1} : arus residual yang mengalir ke tubuh
I_{R2} : arus residual yang mengalir ke tanah
M_{in} : medan magnet yang dibangkitkan oleh arus masuk
M_{out} : medan magnet yang dibangkitkan oleh arus keluar.

Dalam keadaan terjadi arus bocor :

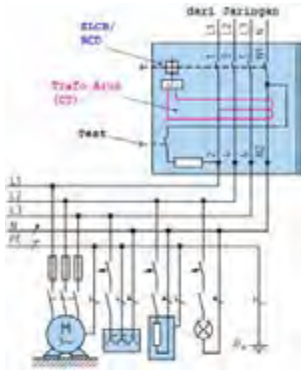
- arus keluar lebih kecil dari arusmasuk, $I_{out} < I_{in}$;
- arus residu mengalir keluar setelah melalui tubuh manusia atau tanah;
- karena $I_{in} > I_{out}$ maka $M_{in} > M_{out}$
- akibatnya, akan timbul ggl induksi pada koil yang dibelitkan pada toroida;
- ggl induksi mengaktifkan peralatan pemutus rangkaian



(a) Diagram rangkaian



(b) Pemasangan pada beban (lokal)



(c) Pemasangan Terpusat
Gambar 4.48 RCD/ELCB Fasa-Tiga

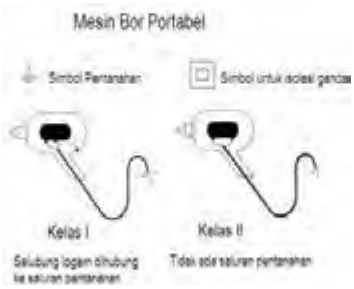
Skema diagram untuk sistem fasa tiga ditunjukkan pada Gambar 4.48. Prinsip kerja pengaman otomatis untuk sistem fasa tiga ditunjukkan pada Gambar 4.48 (a). Bila tidak ada arus bocor (ke tanah atau tubuh manusia) maka jumlah resultant arus yang mengalir dalam keempat penghantar sama dengan nol. Sehingga trafo arus(CT) tidak mengalami induksi dan triggerelektromagnet tidak aktif. Dalam hal initidak terjadi apa-apa dalam sistem.

Namun sebaliknya bila ada arus bocor, maka jumlah resultant arus tidak sama dengan nol, CT menginduksikan tegangan dan mengaktifkan trigger sehingga alat pemutus daya ini bekerja memutuskan beban dari sumber (jaringan).Gambar 4.48 b dan c memperlihatkan pemakaian CRD/ELCB. Bila pengamanan untuk satu jenis beban saja maka RCD dipasang pada saluran masukan alat saja. Sedangkan bila pengamanan untuk semua alat/beban dan saluran,

maka alat pengaman dipasang pada sisi masukan/sumber semua beban. Mana yang terbaik, tergantung ari apa yang diinginkan. Kalau keinginan pengamanan untuk semua rangkaian, Gambar 4.48 c yang dipilih. Namun perlu dipertimbangkan aspek ekonomisnya, karena semakin besar kapasitas arus yang harus dilayani maka harga alat akan semakin mahal pula walaupun dengan batas arus keamanan (bocor) yang sama. Untuk alat-alat yang dipasang di meja, cukup dengan arus pengamanan DIn=30 mA. Untuk alat-alat yang pemakaiannya menempel ke tubuh (bathtube, sauna, alat pemotong jenggot, dll)digunakan alat pengaman dengan arus lebih rendah, yaitu DIn = 10 mA. Untuk pengamanan terhadap kebakaran (pemasangan terpusat) dipasang denganDIn= 500 mA.

d. Pengaman peralatan portabel

Metode pengamanan peralatan listrik portabel dibedakan menjadi 2 kelas, yaitu Alat Kelas I dan Kelas II. Sedangkan untuk alat-alat mainan dikategorikan Alat Kelas III. Alat Kelas I adalah alat listrik yang pengamanan terhadap sengatan listrik menggunakan saluran pentanahan (grounding). Alat ini mempunyai selungkup (casing) yang terbuat dari logam. Alat Kelas II adalah alat listrik yang mempunyai isolasi ganda, di mana selungkup atau bagian-bagian yang tersentuh dalam pemakaiannya terbuat dari bahan isolasi. Pada alat kelas initidak diperlukan saluran pentanahan. Berikut ini adalah contoh alat yang termasuk Kelas I dan Kelas II.



Gambar 4.49 Contoh klasifikasi pengamananalat portabel

5. Bahaya Kebakaran dan Peledakan

Banyak peristiwa kebakaran dan peledakan sebagai akibat dari kesalahan listrik. Peristiwa ini memberikan akibat yang jauh lebih fatal dari pada peristiwa sengatan listrik karena akibat yang ditimbulkannya biasanya jauh lebih hebat.

Akibat ini tidak terbatas pada jiwa namun juga pada harta benda. Lebih-lebih lagi bila melibatkan zat-zat berbahaya, maka tingkat bahayanya juga akan merusak lingkungan. Oleh karena itu, peristiwa semacam ini harus dicegah.

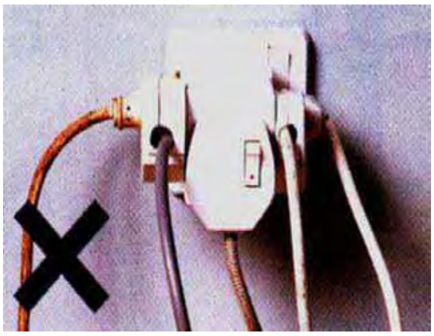
Gambar 4.50 Bahaya Kebakaran dan Peledakan

Penyebab Kebakaran dan Pengamanan diantaranya adalah:

a. Ukuran kabel yang tidak memadai. Salah satu faktor yang menentukan ukuran kabel atau penghantar adalah besar arus nominal yang akan dialirkan melalui kabel/penghantar tersebut sesuai dengan lingkungan pemasangannya, terbuka atau tertutup. Dasar pertimbangannya adalah efek pemanasan yang dialami oleh penghantar tersebut jangan melampaui batas. Bila kapasitas arus terlampaui maka akan menimbulkan efek panas yang berkepanjangan yang akhirnya bisa merusak isolasi dan atau membakar benda-benda sekitarnya. Agar terhindar dari peristiwa kapasitas lebih semacam ini maka ukuran kabel harus disesuaikan dengan peraturan instalasi listrik.

Gambar 4.51 Ukuran kabel

b. Penggunaan adaptor atau stop kontak yang salah, yang dimaksudkan di sini adalah penyambungan beban yang berlebihan sehingga melampaui kapasitas stop-kontak atau kabel yang mencatu dayanya.



Gambar 4.52 Pemakaian stop-kontak yang salah

c. Instalasi kontak yang jelek

Gambar 4.53 Koneksi yang kendor

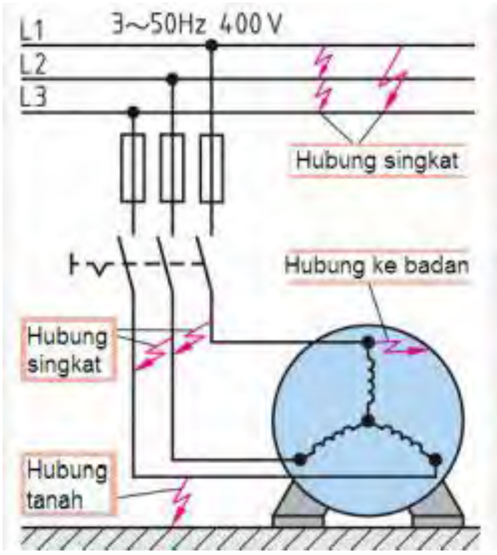
d. Percikan bunga api pada peralatan listrik atau ketika memasukkan dan mengeluarkan soket ke stop-kontak pada lingkungan kerja yang berbahaya di mana terdapat cairan, gas atau debu yang mudah terbakar.

e. Untuk daerah-daerah seperti ini harus digunakan peralatan anti percikan api.

Gambar 4.54 Lingkungan sangat Berbahaya

Kondisi abnormal sistem kelistrikan Gambar4.55 mengilustrasikan arus kesalahan (abnormal) yang sangat ekstrim yang bisa jadi menimbulkan

kebakaran dan atau peledakan, yaitu: Terjadinya hubung singkat antar saluran aktif L1, L2, dan L3; Hubung singkat ke tanah (hubungtanah) antara saluran aktif L1, L2,L3 dengan tanah; Bila ada kawat netral bisa terjadi hubung singkat antara saluran aktif L1, L2, L3 dengan saluran netral. Untuk mencegah potensi bahaya yang disebabkan oleh kondisi abnormal semacam ini adalah pemasangan alat proteksi yang tepat, seperti sekering, CB, MCB, ELCB, dll.

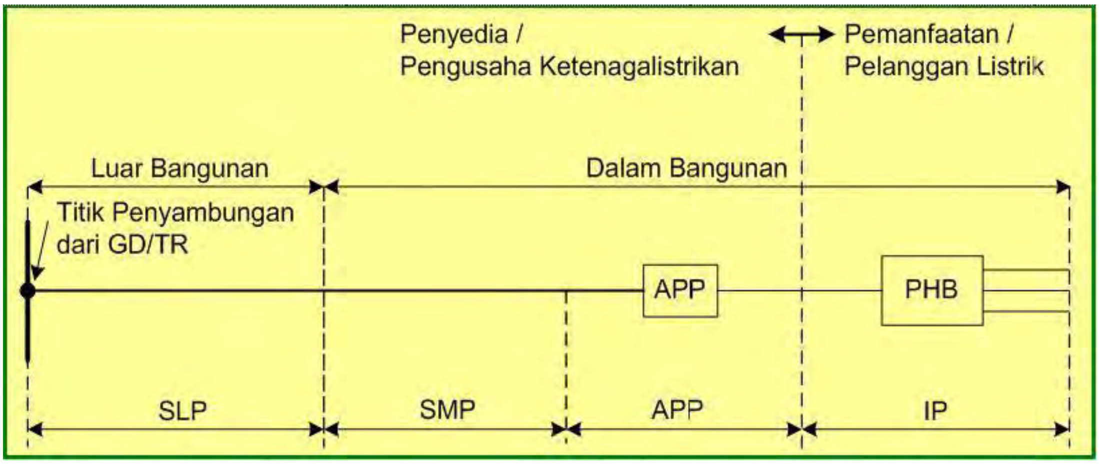


Gambar 4.55 Jenis Arus Kesalahan

D. Komponen Kelengkapan Kelistrikan

1. Alat Pengukur dan Pembatas (APP)

Untuk mengetahui besarnya tenaga listrik yang digunakan oleh pemakai/pelanggan listrik (untuk keperluan rumah tangga, sosial, usaha/bangunan komersial, gedung pemerintah dan instansi, maka perlu dilakukan pengukuran dan pembatasan daya listrik. APP merupakan bagian dari pekerjaan dan tanggung jawab pengusaha ketenaga listrikan (PT. PLN), sebagai dasar dalam pembuatan rekening listrik. Pada sambungan tenaga listrik tegangan rendah, letak penempatan APP dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.56 Diagram satu garis sambungan tenaga listrik tegangan menengah

Keterangan:
GD : Gardu Distribusi
TR : Jaringan tegangan Rendah
SLP : Sambungan Luar Pelayanan
SMP : Sambungan Masuk Pelayanan
SLTR : Sambungan Tenaga Listrik Tegangan Rendah
APP : Alat Pengukur dan Pembatas
PHB : Papan Hubung Bagi
IP : Instalasi Pelanggan

SLTR yang menghubungkan antara listrik penyambungan pada GD/TR merupakan penghantar di bawah atau di atas tanah. Seperti telah dijelaskan dimuka bahwa pengukuran yang dimaksud adalah untuk menentukan besarnya pemakaian daya dan energi listrik. Adapun alat ukur/instrumen yang digunakan adalah alat pengukur : Kwh, KVARh, KVA maksimum ,arus listrik dan tegangan listrik. Sistem pengukurannya ada dua macam, yaitu :

a. Pengukuran primer atau juga disebut pengukuran langsung, terdiri dari pengukuran primer satu fasa untuk pelanggan dengan daya dibawah 6.600VA pada tegangan 220V/380V, dan pengukuran primer tiga fasa untuk pelanggan dengan daya diatas 6.600V sampai dengan 33.000VA pada tegangan 220V /380V.
b. Pengukuran sekunder tiga fasa atau disebut juga pengukuran tak langsung (menggunakan trafo arus) digunakan pada pelanggan dengan daya 53KVA sampai dengan 197 KVA. Sedangkan yang dimaksud dengan pembatasan adalah pembatasan untuk menentukan batas pemakaian daya sesuai dengan daya tersambung.
c. Pada sistem tegangan rendah sampai dengan 100A digunakan MCB dan diatas 100A digunakan MCCB; pelebur tegangan rendah; NFB yang bisa disetel.
d. Pada sistem tegangan menengah biasanya digunakan pelebur tegangan menengah atau rele. Berikut ini adalah contoh gambar alat ukur Kwh dan KVARh.

Gambar 4.57 Kwh meter satu fasa analog dan digital

Gambar 4.58 Kwh meter tiga fasa analog dan digital

Gambar 4.59 Kwh meter tiga fasa dan KVARh

Sesuai dengan DIN 43 856 cara penyambungan alat pengukur atau penghubung daya dinotasikan dengan kode berupa angka 4 digit yang diikuti dengan angka 2, digit yang menunjukkan penomoran sambungan.

- Digit pertama menunjukkan macam-macam penghitung
- Digit kedua menunjukkan bagian tambahan
- Digit ketiga menunjukkan sambungan luar
- Digit keempat menunjukkan penyambungan bagian tambahan

Sedangkan 2 digit berikutnya menunjukkan penomoran sambungan untuk tarif jam atau untuk pengendalian piringan. Berikut ini diuraikan arti dari masing-masing angka tersebut.

a. Digit pertama menunjukkan macam-macam penghitung

1 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik satu fasa.

2 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik dua fasa.

3 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik tiga fasa, tiga kawat

4 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik tiga fasa, empat kawat

5 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik tiga fasa, tiga kawat dengan beda fasa 60^o

6 : Penghitun daya nyata arus bolak-balik tiga fasa, tiga kawat dengan beda fasa 90^o

7 : Penghitung daya nyata arus bolak-balik tiga fasa, empat kawat dengan beda fasa 90^o

b. Digit kedua menunjukkan bagian tambahan

0 : tanpa bagian tambahan

1 : dengan bagian tambahan dobel tarif

2 : dengan bagian tambahan daya maksimum

3 : dengan bagian tambahan dobel tarif atau daya maksimum

4 : dengan bagian tambahan daya maksimum atau saklar reset

5 : dengan bagian tambahan dobel tarif dan daya maksimum dan saklar reset

c. Digit ketiga menunjukkan sambungan luar

0 : untuk sambungan tetap

1 : untuk sambungan dengan trafo arus

2 : untuk sambungan dengan trafo arus dan tegangan

d. Digit keempat menunjukkan penyambungan bagian tambahan

0 : tanpa bagian tambahan pada penghitung daya maksimum dengan piringan putar.

1 : satu kutub/jasa sambungan dalam

2 : sambungan luar

3 : satu kutub/fasa sambungan dalam dengan sambungan terbuka

4 : satu kutub/fasa sambungan dalam dengan sambungan hubung singkat

5 : sambungan luar dengan sambungan terbuka

6 : sambungan luar dengan sambungan hubung singkat

e. Penomoran sambungan untuk tarif jam

00 : Tanpa dengan sambungan

01 : dengan saklar harian

02 : dengan saklar maksimum

03 : dengan saklar harian dan maksimum

04 : dengan saklar harian dan mingguan

05 : dengan saklar harian, maksimum dan mingguan

06 : dengan saklar mingguan

f. Penomoran sambungan untuk pengendali piringan

11 : dengan sebuah saklar pemindah

12 : dengan dua saklar pemindah

13 : dengan tiga saklar pemindah

14 : dengan empat saklar pemindah

Berikut ini adalah keterangan dari huruf/simbol pada gambar cara penyambungan alat pengukur daya.

Z : saklar/pemutus dobel tarif

d : saklar harian yang digerakkan oleh pemutus dobel tarif

w : saklar mingguan

M : pemutus maksimum

ML : putaran maksimum

MR : maksimum reset

mo : pemutus maksimum dengan sambungan terbuka

mk : pemutus maksimum dengan sambungan hubung singkat

(M): motor penggerak

(E): penampang pengendali putar

Beberapa contoh kode dan cara penyambungan alat pengukur atau penghitung sebagai berikut :

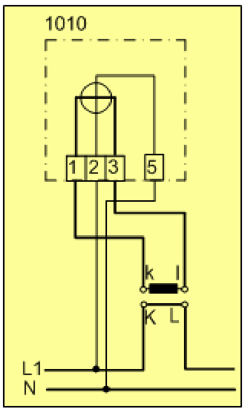
Penyambungan dengan Code 1010 atau 1010-00 berarti :

(1) : penghitung dengan daya nyata arus bolak-balik satu fasa

(2) : tanpa bagian tambahan

(3) : untuk sambungan dengan trafo arus

(4) : tanpa bagian tambahan pada penghitung daya maksimum dengan piringan putar



Gambar 4.60 Rangkaian Kwh satu fasa dengan trafo arus

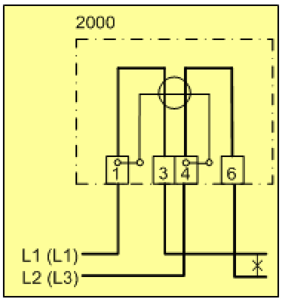
Penyambungan dengan Code 2000 atau 2000-00 berarti :

(2) : penghitung daya nyata arus bolak-balik dua fasa

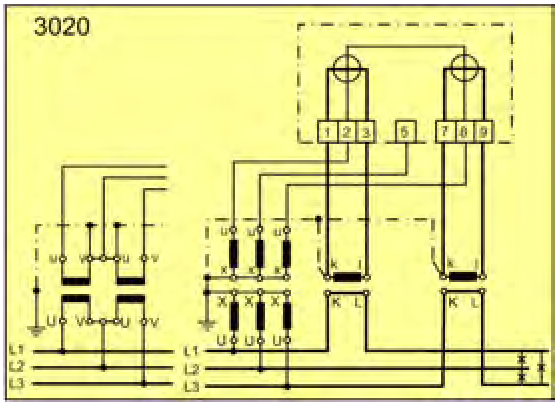
(0) : tanpa bagian tambahan

(0) : untuk sambungan tetap

(0) : tanpa bagian tambahan pada penghitung daya maksimum dengan piringan putar



Gambar 4.61 Rangkaian Kwh dua fasa dengan sambungan tetap



Gambar 4.62 Rangkaian Kwh tiga fasa dengan trafo arus dan trafo tegangan

Penyambungan dengan Code 3020 atau 3020-00 berarti :

(3) : penghitung daya nyata arus bolak-balik tiga fasa

(0) : tanpa bagian tambahan

(2) : untuk sambungan dengan trafo arus dan trafo tegangan

(0) : tanpa bagian tambahan pada penghitung daya maksimum dengan piringanputar

Tabel 4.7 Standar Daya PLN

Langganan tegangan rendah sistem 220V/380V 220 Volt satu fasa 380 Volt tiga fasa		
Daya Tersambung (VA)	**Pembatas Arus (A)**	**Pengukuran**
450	1 x 2	Alat ukur kwh meter satu fasa 220V dua kawat
900	1 x 4	
1.300	1 x 6	
2.200	1 x 10	
3.500	1 x 16	
4.400	1 x 20	
3.900	3 x 6	
6.600	3 x 10	
10.600	3 x 16	
13.200	3 x 20	
16.500	3 x 25	
23.000	3 x 35	
33.000	3 x 50	
41.500	3 x 63	Alat ukur kwh meter tiga fasa 380V empat kawat
53.000	3 x 80	
66.000	3 x 100	
82.000	3 x 125	Alat ukur kwh meter tiga fasa 380V empat kawat dengan trafo arus tegangan rendah
105.000	3 x 160	
131.000	3 x 200	
147.000	3 x 225	
164.000	3 x 250	
197.000	3 x 300	
233.000	3 x 353	Tarif tegangan rendah diatas 200kVA hanya disediakan untuk tarif R-4
279.000	3 x 425	
329.000	3 x 500	
414.000	3 x 630	
526.000	3 x 800	
630.000	3 x 1.000	

2. Panel Hubung Bagi (PHB)

PHB adalah panel hubung bagi/papan hubung bagi/panel berbentuk lemari(*cubicle*), yang dapat dibedakan sebagai :

- Panel Utama/MDP : *Main Distribution Panel*
- Panel Cabang/SDP : *Sub Distribution Panel*
- Panel Beban/SSDP : *Sub-sub Distribution Panel*

Untuk PHB sistem tegangan rendah, hantaran utamanya merupakan kabel *feeder* dan biasanya menggunakan NYFGBY. Di dalam panel biasanya busbar/rel dibagi menjadi dua segmen yang saling berhubungan dengan saklar pemisah, yang satu mendapat saluran masuk dari APP (perusahaan ketenagalistrikan)

dan satunya lagi dari sumber listrik sendiri (genset).Dari kedua busbar didistribusikan ke beban secara langsung atau melalui SDP danatau SSDP. Tujuan busbar dibagi menjadi dua segmen ini adalah jika sumber listrikdari PLN mati akibat gangguan ataupun karena pemeliharaan, maka suplai kebeban tidak akan terganggu dengan adanya sumber listrik sendiri (genset) sebagaicadangan.Peralatan pengaman arus listrik untuk penghubung dan pemutus terdiri dari :

a. *Circuit Breaker (CB)*

   MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

   MCCB (*Mold Case Circuit Breaker*)

   NFB (*No Fuse Circuit Breaker*)

   ACB (*Air Circuit Breaker*)

   OCB (*Oil Circuit Breaker*)

   VCB (*Vacuum Circuit Breaker*)

   SF6CB (*Sulfur Circuit Breaker*)

b. *Sekering dan pemisah*

   Switch dan *Disconnecting Switch* (DS)

   Peralatan tambahan dalam PHB antara lain :

   - Rele proteksi
   - trafo tegangan, trafo arus
   - alat-alat ukur besaran listrik : amperemeter, voltmeter, frekuensi meter,
   - lampu-lampu tanda

Untuk PHB sistem tegangan menengah, terdiri dari tiga cubicle yaitu satu cubicle incoming dan cubicle outgoing. Hantaran masuk merupakan kabel tegangan menengah dan biasanya dengan kabel XLPE atau NZXSBY. Saluran daya tegangan menengah ditransfer melalui trafo distribusi ke LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*). Pengaman arus listriknya terdiri dari sekering dan LBS (*Load Break Switch*). Peralatan dan rangkaian dari busbar sampai ke beban seperti pada PHB sistem tegangan rendah.

Gambar 4.63 Contoh cubicle

3. MCB (*Miniatur Circuit Breaker*)

MCB adalah suatu rangkaian pengaman yang dilengkapi dengan komponen thermis (bimetal) untuk pengaman beban lebih dan juga dilengkapi relay elektromagnetik untuk pengaman hubung singkat. MCB banyak digunakan untuk pengaman sirkit satu fasa dan tiga fasa. Keuntungan menggunakan MCB, yaitu :

a. Dapat memutuskan rangkaian tiga fasa walaupun terjadi hubung singkat pada salah satu fasanya.
b. Dapat digunakan kembali setelah rangkaian diperbaiki akibat hubung singkat atau beban lebih.
c. Mempunyai respon yang baik apabila terjadi hubung singkat atau beban lebih.

Pada MCB terdapat dua jenis pengaman yaitu secara thermis dan elektromagnetis, pengaman termis berfungsi untuk mengamankan arus beban lebih sedangkan pengaman elektromagnetis berfungsi untuk mengamankan jika terjadi hubung singkat. Pengaman thermis pada MCB memiliki prinsip yang sama dengan thermal overload yaitu menggunakan dua buah logam yang digabungkan (bimetal), pengamanan secara thermis memiliki kelambatan, ini bergantung pada besarnya arus yang harus diamankan, sedangkan pengaman elektromagnetik menggunakan sebuah kumparan yang dapat menarik sebuah angker dari besi lunak.

MCB dibuat hanya memiliki satu kutub untuk pengaman satu fasa, sedangkan untuk pengaman tiga fasa biasanya memiliki tiga kutub dengan tuas yang disatukan, sehingga apabila terjadi gangguan pada salah satu kutub maka kutub yang lainnya juga akan ikut terputus. Berdasarkan penggunaan dan daerah kerjanya, MCB dapat digolongkan menjadi 5 jenis ciri yaitu :

a. Tipe Z (rating dan breaking capacity kecil). Digunakan untuk pengaman rangkaian semikonduktor dan trafo-trafo yang sensitif terhadap tegangan.
b. Tipe K (rating dan breaking capacity kecil). Digunakan untuk mengamankan alat-alat rumah tangga.
c. Tipe G (rating besar) untuk pengaman motor.
d. Tipe L (rating besar) untuk pengaman kabel atau jaringan.
e. Tipe H untuk pengaman instalasi penerangan bangunan

4. MCCB (*Moulded Case Circuit Breaker*)

MCCB merupakan salah satu alat pengaman yang dalam proses operasinya mempunyai dua fungsi yaitu sebagai pengaman dan sebagai alat untuk penghubung. Jika dilihat dari segi pengaman, maka MCCB dapat berfungsi sebagai pengaman gangguan arus hubung singkat dan arus beban lebih. Pada jenis tertentu pengaman ini, mempunyai kemampuan pemutusan yang dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan.

(a) MCB 1 fasa

(b) MCB 3 fasa

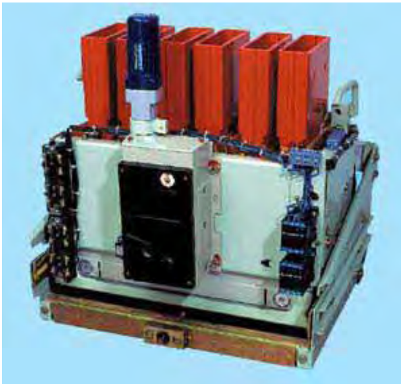
Gambar 4.64 MCB

Keterangan :

1. Bahan BMC untuk bodi dan tutup
2. Peredam busur api
3. Blok sambungan untuk pemasangan ST dan UVT
4. Penggerak lepas-sambung
5. Kontak bergerak
6. Data kelistrikan dan pabrik pembuat
7. Unit magnetik trip

5. ACB (*Air Circuit Breaker*)

ACB (*Air Circuit Breaker*) merupakan jenis *circuit breaker* dengan sarana pemadam busur api berupa udara. ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses *switching* maupun gangguan.



Gambar 4.65 ACB (Air Circuit Breaker)

Air Circuit Breaker dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. Rating standar *Air Circuit Breaker* (ACB) yang dapat dijumpai dipasaran seperti ditunjukkan pada data diatas. Pengoperasian pada bagian mekanik ACB dapat dilakukan dengan bantuan solenoid motor ataupun pneumatik. Perlengkapan lain yang sering diintegrasikan dalam ACB adalah :

a. *Over Current Relay* (OCR)

b. *Under Voltage Relay* (UVR)

c. LV-ACB:

Ue = 250V dan 660V

Ie = 800A-6300A

Icn = 45kA-170kA

d. LV-ACB:

Ue = 7,2kV dan 24kV

Ie = 800A-7000A

Icn = 12,5kA-72kA

Gambar 4.66 Moulded Case

6. OCB (*Oil Circuit Breaker*)

Oil Circuit Breaker adalah jenis CB yang menggunakan minyak sebagai sarana pemadam busur api yang timbul saat terjadi gangguan. Bila terjadi busur api dalam minyak, maka minyak yang dekat busur api akan berubah menjadi uap minyak dan busur api akan dikelilingi oleh gelembung-gelembung uap minyak dan gas. Gas yang terbentuk tersebut mempunyai sifat *thermal conductivity* yang baik dengan tegangan ionisasi tinggi sehingga baik sekali digunakan sebagi bahan media pemadam loncatan bunga api.

Gambar 4.67 OCB (Oil Circuit Breaker)

7. VCB (*Vacuum Circuit Breaker*)

Vacuum circuit breaker memiliki ruang hampa udara untuk memadamkan busur api, pada saat circuit breaker terbuka (*open*), sehingga dapat mengisolir hubungan setelah bunga api terjadi, akibat gangguan atau sengaja dilepas. Salah satu tipe dari circuit breaker adalah *recloser*. Recloser hampa udara dibuat untuk memutuskan dan menyambung kembali arus bolak-balik pada rangkaian secara otomatis. Pada saat melakukan pengesetan besaran waktu sebelumnya atau pada saat *recloser* dalam keadaan terputus yang kesekian kalinya, maka recloser akan terkunci (*lock out*), sehingga recloser harus dikembalikan pada posisi semula secara manual.

(a) tampak dalam (b) tampak luar
Gambar 4.68VCB (Vakum Circuit Breaker)

8. SF6 CB (*Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker*)

SF6 CB adalah pemutus rangkaian yang menggunakan gas SF6 sebagai sarana pemadam busur api. Gas SF6 merupakan gas berat yang mempunyai sifat dielektrik dan sifat memadamkan busur api yang baik sekali. Prinsip pemadaman busur apinya adalah Gas SF6 ditiupkan sepanjang busur api, gas ini akan mengambil panas dari busur api tersebut dan akhirnya padam. Rating tegangan CB adalah antara 3.6 KV – 760 KV.

Gambar 4.69 SF6 CB (*Sulfur Hexafluoride Circuit Breaker*)

9.Penghantar/Kabel Listrik

Ada banyak jenis kabel yang sering kita gunakan dalam kehidupan kita sehari-hari untuk instalasi rumah dan lain-lainnya. Terutama untuk seorang teknik, nama dan jenis kabel listrik wajib diketahui. Sebelum mengetahui lebih jauh tentang macam-macam jenis kabel listrik ada beberapa pengertian huruf yang digunakan pada kode kabel yang harus difahami, yaitu :

N : kabel standar dengan penghantar tembaga
Na : kabel standar dengan penghantar aluminium
Y : isolasi atau selubung pvc
F : perisai kawat baja pipih
R : perisai kawat baja bulat
Gb : spiral pita baja
Re : penghantar padat bulat
Rm: penghantar bulat kawat banyak
se : penghantar padat bentuk sektor
sm: penghantar kawat banyak bentuk sector

Macam-macam jenis kabel yang sering digunakan dalan instalasi listrik, yaitu:

a. Kabel NYA

Kabel jenis ini di gunakan untuk instalasi rumah dan dalam instalasi rumah yang sering di gunakan adalah NYA dengan ukuran 1,5 mm^2 dan 2,5 mm^2, yang berinti tunggal, berlapis bahan isolasi PVC. Kode warna isolasi ada warna merah, kuning, biru dan hitam. Lapisan isolasinya hanya 1 lapis sehingga mudah cacat, tidak tahan air (NYA adalah tipe kabel udara) dan mudah digigit tikus.

Gambar 4.70 Kabel NYA

Agar aman jika menggunakan kabel tipe ini lebih baik kabel dipasang di dalam pipa atau saluran penutup, karena selain tidak bisa diganggu oleh hewan pengerat dan tidak terkena air, juga apabila ada isolasi yang terkelupas (terbuka) tidak bisa tersentuh langsung oleh manusia.

Ketentuan Penggunaan kabel NYA :

a. Untuk pemakaian tetap dalam jangkauan tangan, NYA harus dimasukkan dalam pipa pelindung.
b. NYA tidak boleh langsung menempel pada plesteran atau kayu, atau ditanam langsung pada plesteran atau kayu, tetapi harus dilindungi dengan pipa instalasi (ayat 742 A1).
c. Kalau dipasang di luar jangkauan tangan, NYA boleh dipasang terbuka dengan menggunakan instalasi jepit atau isolator rol; cara pemasangannya harus sedemikian rupa sehingga ada jarak bebas minimum 1 cm terhadap dinding dan terhadap bagian lain dari bangunan atau konstruksi (ayat 741 A2).
d. Pada ruang yang lembab, NYA harus dipasang dalam pipa PVC (ayat 742 A0).
e. NYA boleh digunakan di dalam alat listrik, perlengkapan hubung bagi dan sebagainya.
f. NYA tidak boleh digunakan di ruang basah, di alam terbuka atau di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.

b. Kabel NYM

Kabel jenis ini hanya direkomendasikan khusus untuk instalasi tetap di dalam bangunan yang dimana penempatannya bisa di luar/di dalam tembok ataupun di dalam pipa (conduit). Kabel NYM berinti lebih dari 1, memiliki lapisan

isolasi PVC (biasanya warna putih atau abu-abu), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Kabel NYM memiliki lapisan isolasi dua lapis, sehingga tingkat keamanannya lebih baik dari kabel NYA (harganya lebih mahal dari NYA). Kabel ini dapat dipergunakan dilingkungan yang kering dan basah, namun tidak boleh ditanam.

Ketentuan penggunaan kabel NYM adalah sebagai berikut (ayat 742 B1):

a. NYM boleh dipasang langsung menempel pada plesteran atau kayu atau ditanam langsung dalam plesteran, juga di ruang lembab atau basah, di tempat kerja atau gudang dengan bahaya kebakaran atau ledakan.
b. NYM juga boleh dipasang langsung pada bagian-bagian lain dari bangunan, konstruksi, rangka dan sebagainya, asalkan cara pemasangannya tidak merusak selubung luar kabelnya.
c. NYM tidak boleh ditanam dalam tanah.

Pemasangan NYM menggunakan klem dengan jarak antara yang cukup rapat (kira-kira 25 cm), sehingga kabel terpasang rapi, lurus dan tidak menggelayut.

Gambar 4.71 Kabel NYM

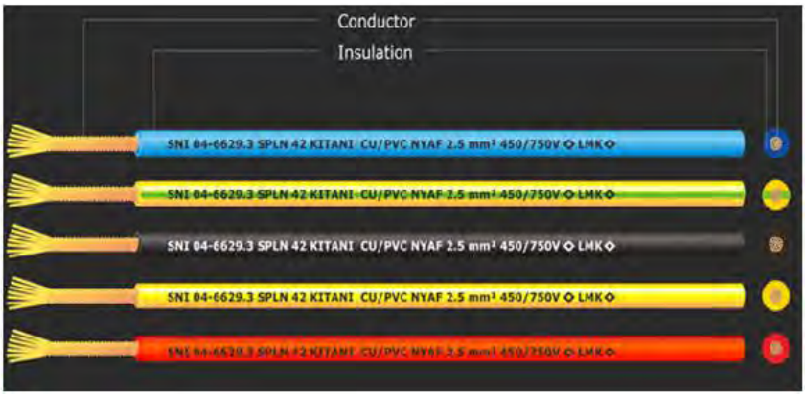
C. Kabel NYY

Gambar 4.72 Kabel NYY

Kabel ini dirancang untuk instalasi tetap di dalam tanah yang dimana harus tetap diberikan perlindungan khusus (misalnya duct, pipa PVC atau pipa besi). Kabel protodur tanpa sarung logam. Instalasi bisa ditempatkan di dalam dan di luar ruangan, dalam kondisi lembab ataupun kering, memiliki lapisan isolasi PVC (biasanya warna hitam), ada yang berinti 2, 3 atau 4. Dan memiliki lapisan isolasi yang lebih kuat dari kabel NYM (harganya lebih mahal dari NYM). Kabel NYY memiliki isolasi yang terbuat dari bahan yang tidak disukai tikus.

d. Kabel NYAF

Kabel ini direncanakan dan direkomendasikan untuk instalasi dalam kabel kotak distribusi pipa atau di dalam duct. Kabel NYAF merupakan jenis kabel fleksibel dengan penghantar tembaga serabut berisolasi PVC. Digunakan untuk instalasi panel-panel yang memerlukan fleksibelitas yang tinggi. Kabel jenis ini sangat cocok untuk tempat yang mempunyai belokan–belokan tajam. Digunakan pada lingkungan yang kering dan tidak dalam kondisi yang lembab/basah atau terkena pengaruh cuaca secara langsung.



Gambar 4.73 Kabel NYAF

e. Kabel NYFGbY/NYRGbY/NYBY

Gambar 4.74 Kabel NYFGBY

Kabel ini dirancang khusus untuk instalasi tetap dalam tanah yang ditanam langsung tanpa memerlukan perlindungan tambahan (kecuali harus menyeberang jalan). Pada kondisi normal kedalaman pemasangan di bawah tanah adalah 0,8 meter.

f. Kabel NYCY

Gambar 4.75 kabel NYCY

Kabel ini dirancang untuk jaringan listrik dengan penghantar konsentris dalam tanah, dalam ruangan, saluran kabel dan alam terbuka. Kabel protodur dengan dua lapis pelindung pita CU Kabel. Instalasi ini bisa di tempatkan di luar atau di dalam bangunan, baik pada kondisi lembab maupun kering.

g. Kabel BC

Kabel ini dipilin/stranded, disatukan. Ukuran/tegangan mak = 6 – 500 mm^2/500 V. Pemakaian untuk saluran di atas tanah dan penghantar pentanahan.

Gambar 4.76 Kabel BC

h. Kabel AAAC

Kabel ini terbuat dari aluminium-magnesium-silicon campuran logam. Keterhantaran elektris tinggi yang berisi magnesium silicide, untuk memberi sifat yang lebih baik. Kabel ini biasanya dibuat dari paduan aluminium 6201. AAAC mempunyai suatu anti karat dan kekuatan yang baik, sehingga daya hantarnya lebih baik.

Gambar 4.77 Kabel AAAC

i. Kabel ACSR

Gambar 4.78 Kabel ACSR

Kabel ACSR merupakan kawat penghantar yang terdiri dari aluminium berinti kawat baja. Kabel ini digunakan untuk saluran-saluran transmisi tegangan tinggi, dimana jarak antara menara/tiang berjauhan, mencapai ratusan meter, maka dibutuhkan kuat tarik yang lebih tinggi, untuk itu digunakan kawat penghantar ACSR.

j. Kabel ACAR

Kabel ACAR yaitu kawat penghantar aluminium yang diperkuat dengan logam campuran, sehingga kabel ini lebih kuat daripada kabel ACSR.

Gambar 4.79 Kabel ACAR

k. Kabel NYMHYO

Merupakan kabel jenis serabut dengan berintikan dua serabut. Kabel ini biasanya digunakan untuk sound system, loudspeaker, virtual video. Gunakan kabel jenis NYA/NYM untuk jembatan / hantaran listrik yang bersifat permanen. Untuk pemakaian daya yang besar seperti televisi, magicom, sanyo, kulkas, AC, gunakan jenis kabel ini secara langsung.

Gambar 4.80 Kabel NYMHYO

Jenis kabel ini mampu menghantar hingga 700 VA sehingga aman dan menjadikan pembayaran rekening listrik menjadi murah.Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada model Roll. Jika digunakan pada pemakaian daya yang besar seperti tersebut di atas hanya bersifat temporary/sementara karena jenis kabel ini hanya mamapu menghantarkan listrik 20VA-50VA. Kurang/hilangkan pemakaian jenis kabel ini karena mudah sekali menimbulkan bahaya listrik serta menjadikan pembayaran listrik membengkak. Spin control berputar berdasarkan panas yang dikeluarkan oleh energi listrik. Untuk jenis kabel NYMHYO biasanya digunakan pada lampu taman.

l. Kabel NYMHY

Kabel jenis ini khusus direkomendasikan untuk digunakan sebagai penghubung alat-alat rumah tangga yang sering dipindah-pindah dan harus di tempat kering. Kabel ini mempunyai isolasi plastic tahan panas. Bilamana digunakan untuk penghubung alat pemanas, maka temperaturnya tidak boleh lebih dari 85 derajat Celcius, karena hal tersebut dapat membahayakan kabel itu sendiri.

Gambar 4.81 Kabel NYMHY

10. Kontak tusuk

Kontak tusuk digunakan untuk menghubungkan alat pemakai listrik yang dapat dipindah-pindahkan dengan saluran yang dipasang tetap atau tidak tetap.

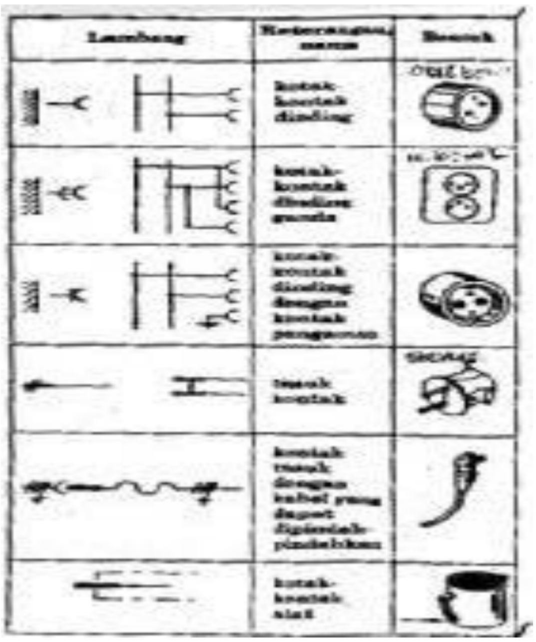
Sebuah kontak tusuk selalu terdiri dari bagian yang member aliran, dan bagian yang menerima aliran.

a. Kotak-kontak (Stop Kontak)

   Stop kotak merupakan tempat untuk mendapatkan sumber tegangan listrik yang diperlukan untuk pesawat atau alat listrik. Tegangan/Sumber listrik ini diperoleh dari hantaran fasa dan netaral yang berasal dari PLN. Simbol dan jenis kotak-kontak dapat dilihat pada Gambar 4.82. Untuk rumah-rumah mewah umumnya dikehendaki kotak-kontak dinding dan sakelar yang dapat ditanam di dalam dinding. Kotak-kontak dinding dapat juga disatukan dengan sakelar menjadi sebuah kombinasi.

b. Kontak Tusuk

   Kontak tusuk digunakan untuk menghubungkan pesawat atau alat listrik yang dipasang tetap ataupun dapat dipindah-pindahkan. Jenis kontak tusuk dapat dilihat pada Gambar 4.83.



Gambar 4.82
Lambang dan bentuk Kontak Tusuk

Gambar 4.83
Jenis-jenis Kontak Tusuk

Penggunaan dan pemasangan kontak listrik ada beberapa ketentuan antara lain :

a. Kotak-kontak dinding fasa satu harus dipasang hingga kontak netralnya ada disebelah kanan (ayat 206 B4).

b. Kotak-kontak dinding yang dipasang kurang dari 1,25 meter di atas lantai harus dilengkapi dengan tutup (ayat 840 C5).

c. Kotak-kontak yang dipasang dilantai harus tertutup (ayat 511 B4)

d. Kotak-kontak dinding dengan pengaman harus dipasang hantaran pengaman (ayat 321 B1 sub b4).

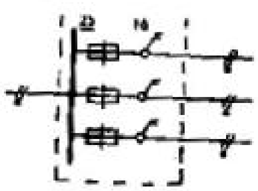
e. Ruangan yang dilengkapi dengan kotak kontak dengan kotak pengaman, tidak boleh dipasang kotak-kontak tanpa pengaman, kecuali kotak-kontak tegangan rendah dan untuk pemisahan pengaman (ayat 321 B1 sub b4).

f. Pada satu tusuk kontak, hanya boleh dihubungkan satu kabel yang dapat dipindah pindah (ayat 511 A9 sub c).

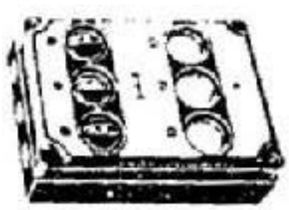
g. Kemampuan kotak-kontak harus sekurang-kurangnya sesuai dengan daya yang dihubungkan padanya, tetapi tidak boleh kurang dari 5 A (ayat 840 C6).

5. Kontak hubung bagi

Kotak PHB harus dibuat dari bahan yang tidak dapat terbakar, tahan lembab dan kukuh (ayat 610 A1). Pada setiap hantaran fasa keluar suatu perlengkapan hubung bagi harus dipasang pengaman arus (ayat 602 D1). Pada hantaran netral tidak boleh dipasang pengaman arus, kecuali bila potensial hantaran netralnya tidak selalu mendekati potensial tanah. Setiap peralatan listrik, kecuali kotak-kontak dengan kemampuan hantar arus nominal 16 A atau lebih, harus merupakan rangkaian akhir tersendiri kecuali jika peralatan tersebut bagian yang tidak terpisahkan dari suatu unit instalasi (ayat 602 N1). Gambar 4.84a memperlihatkan diagram rangkaian akhir sederhana untuk satu fasa, dan Gambar 4.84b menunjukkan bentuknya.



(a)



(b)

Gambar 4.84 Perlengkapan hubung bagi dan diagramnya

Kontak hubung bagi juga harus memenuhi persyaratan antara lain:

- Kontak hubung bagi harus kokoh, terbuat dari bahan yang tidak mudah terbakar dan tahan lembab.
- Pada kontak hubung bagi yang berdiri sendiri sekurang-kurangnya harus mempunyai satu saklar dengan kemampuan sakelar sekurang-kurangnya sama dengan kemampuan arus nominal pengaman tetapi tidak kurang dari 10A.
- Sakelar masuk boleh ditiadakan kalau kontak hubung bagi merupakan suplai dari hubung bagi lainnya.
- Setiap hantaran fasa keluar harus dipasang pengaman arus.

Komponen-komponen penting dari kontak hubung bagi adalah :

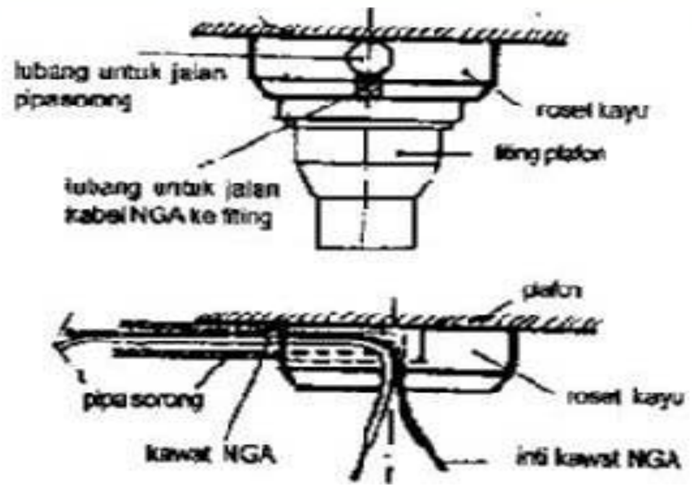
a. Kontak rel, berfungsi sebagai terminal untuk menyambungkan pada beberapa saluran ke beban.
b. Kotak pengaman
c. Kotak Sakelar yang merupakan satu kesatuan dari kontak hubung bagi.

11. Fitting

Fitting adalah tempat memasang bola lampu listrik, dan menurut penggunaannya dapat dibagi menjadi tiga jenis : fitting langit-langit, fitting gantung, dan fitting kedap air.

a. Fitting langit-langit

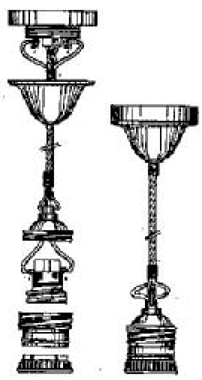
Pemasangan fitting langit-langit ditempelkan pada langit-langit (eternit) dan dilengkapi dengan roset. Roset diperlukan untuk meletakan/penyekerupan fitting supaya kokoh kedudukannya pada langit-langit. Cara pemasangan fitting ini dapat dilihat pada Gambar 4.85.



Gambar 4.85 Pemasangan fitting langit-langit

b. Fitting gantung

Pada fitting gantung dilengkapi dengan tali snur yang berfungsi sebagai penahan beban bola lampu dan kap lampu, serta untuk menahan konduktor dari tarikan beban tersebut. Konstruksi dari fitting gantung dapat dilihat pada Gambar 4.86.

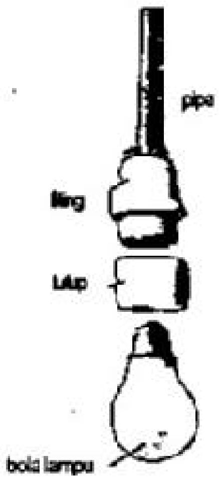


Gambar 4.86 Konstruksi fitting gantung

c. Fitting kedap air

Fitting kedap air merupakan fitting yang tahan terhadap resapan/rembesan air. Fitting jenis ini dipasang di tempat lembab atau tempat yang mungkin bisa terkena air misalnya fitting untuk di kamar mandi. Konstruksi fitting ini terbuat dari porselin, dimana bagian kontaknya terbuat dari logam kuningan atau tembaga dan bagian ulirnya dilengkapi dengan karet yang

berbentuk cincin sebagai penahan air. Konstruksi fitting kedap air dapat dilihat apada Gambar 4.87.



Gambar 4.87 Konstruksi fitting kedap air

12. Sakelar

Fungsi sakelar adalah untuk menghubungkan atau memutuskan arus listrik dari sumber ke pemakai/beban. Sakelar terdiri dari banyak jenis tergantung dari cara pemasangan, sistem kerja, dan bentuknya. Berdasarkan sistem kerjanya, sakelar dibagi menjadi tujuh.

a) Sakelar tunggal

Fungsi sakelar tunggal adalah untuk menyalakan dan mematikan lampu. Pada sakelar ini terdapat dua titik kontak yang menghubungkan hantaran fasa dengan lampu atau alat yang lain.

(a)Sakelar bulat

(b) Sakelar persegi

Gambar 4.88 Bentuk Sakelar

b) Sakelar kutub ganda (dwi kutub)

Titik hubung dwi kutub ada empat, biasanya digunakan untuk memutus atau menghubungkan hantaran fasa dan nol secara bersama-sama. Sakelar ini biasanya digunakan pada boks sekering satu fasa.

c) Sakelar kutub tiga (tri kutub)

Sakelar mempunyai enam titik hubung untuk menghubungkan atau memutuskan hantara fasa (R, S, dan T) secara bersama-sama pada sumber listrik 3 fasa.

d) Sakelar kelompok

Kegunaan sakelar kelompok adalah untuk menghubungkan atau memutuskan dua lampu atau dua golongan lampu secara bergantian, tetapi kedua golongan tidak dapat menyala bersamaan. Umumnya sakelar ini dipakai sebagai penghubung yang hemat pada kamarkamar hotel, asrama, dan tempat-tempat yang memerlukan.

e) Sakelar seri

Sakelar seri adalah sebuah sakelar yang dapat menghubungkan dan memutuskan dua lampu, atau dua golongan lampu baik secara bergantian maupun bersama-sama. Sakelar seri sering disebut pula sakelar deret.

f) Sakelar tukar

Sakelar tukar sering disebut dengan sakelar hotel karena banyak dipakai dipakai di hotel-hotel untuk menyalakan dan memadamkan dua lampu atau dua golongan lampu secara bergantian. Selain itu, sakelar dapat pula digunakan untuk menyalakan dan memadamkan satu lampu atau satu golongan lampu dari dua tempat dengan menggunakan dua sakelar tukar.

g) Sakelar silang

Untuk melayani satu lampu atau satu golongan lampu agar dapat dinyalakan dan dimatikan lebih dari dua tempat dapat dilakukan dengan mengkombinasikan antara sakelar tunggal dan sakelar silang.

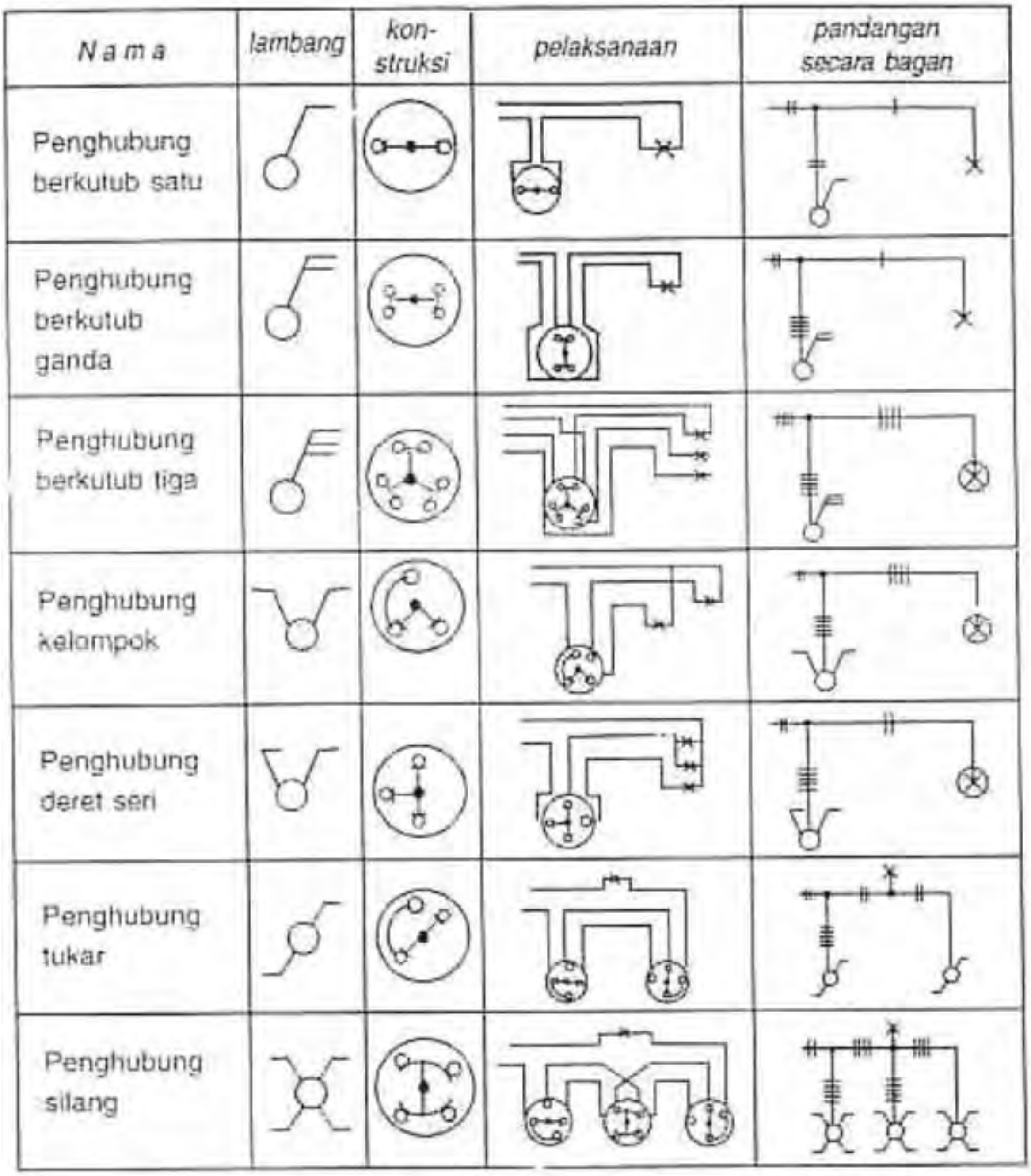
Yang harus diingat, sakelar pertama dan terakhir adalah sakelar tukar sedangkan sakelar diantaranya adalah sakelar silang.

Berdasarkan cara pemasangannya, sakelar dibedakan atas dua jenis, yaitu sakelar yang dipasang di luar tembok dan sakelar yang dipasang di dalam tembok. Pemasangan sakelar di luar tembok (out bow) dilengkapi denga roset sebagai tempat dudukan. Pemasangan sakelar di dalam tembok (inbow)

memerlukan mangkuk sakelar (dos tanam) baik yang terbuat dari plat besi maupun plastik (PVC), sebagai dudukan sakelar.

Berdasarkan cara bekerjanya, sakelar dapat diklasifikasikan menjadi:

a) Sakelar tarik; biasanya terdapat pada fitting lampu dan untuk mengoperasikan digunakan seutas tali.
b) Tombol tekan; bila ditekan maka kontak terhubung dan begitu dilepas maka kontak akan terputus kembali. Tombol biasannya dipakai untuk bel listrik, tetapi ada pula tombol yang dalam keadaan normal terhubung dan saat ditekan terputus. Misalnya tombol yang terpasang pada pintu almari es untuk penyalaan lampunya.
c) Sakelar jungkit; saat ini lebih banyak digunakan untuk menggantikan sakelar putar karen pengoperasiannya mudah.
d) Sakelar putar, sudah jarang digunakan karena sudah ada penggantinya yaitu sakelar jungkit. Pemakaiannya hanya pada tempat tertentu, misalnya: box sekering.



Gambar 4.89 Macam-macam Sakelar, Lambang, Konstruksi, dan Pengawatannya

13. Pengaman

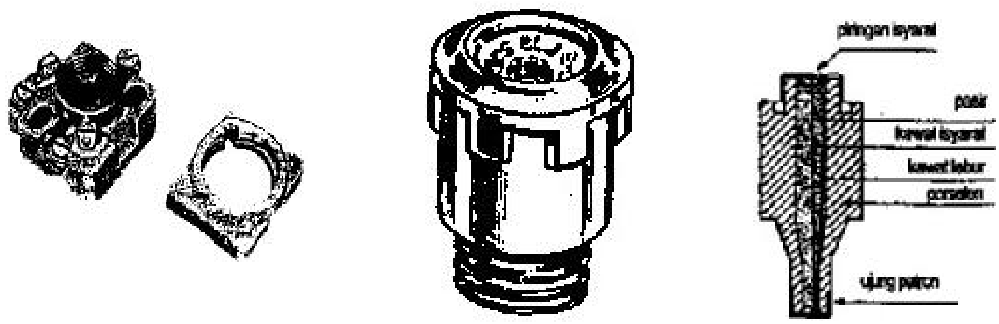
Pengaman adalah suatu alat yang digunakan untuk melindungi sistem instalasi dari beban arus yang melebihi kemampuannya. Biasanya arus yang mengalir pada suatu penghantar akan menimbulkan panas, baik pada saluran penghantar maupun pada alat listriknya sendiri. Untuk mencegahnya digunakan pengaman lebur dan pengaman otomat. Alat ini digunakan untuk :

- Mengamankan system instalasi listrik (hantaran, perlengkapan listrik dan alat/ pesawat yang menggunakan listrik)
- Melindungi/membatasi arus lebih yang disebabkan oleh pemakaian beban yang berlebihan dan akibat hubung singkat antara fasa dengan fasa, fasa dengan netral atau fasa dengan badan (*body*).
- Melindungi hubung singkat dengan badan mesin atau perlengkapan lainnya.

Pengaman lebur harus memutuskan rangkaian yang diamankan kalau arusnya menjadi terlalu besar. Bagian pengaman yang memutuskan rangkaian disebut *patronlebur*. Untuk arus nominal sampai dengan 25 A, menurut ayat 630 B15 harus digunakan patron lebur jenis D, yaitu berupa patron ulir dan biasanya digunakan maksimum 63 A.

a. Pengaman ulir

Pengaman ulir ini terdiri dari rumah sekering, pengepas patron, dan patron lebur. Gambaran mengenai rumah sekering, tudung sekering dan pengepas patron dapat dilihat pada Gambar4.90.



(a) Rumah sekering **(b) Tudung sekering** **(c) Pengepas patron**

Gambar 4.90 Pengaman ulir

Pengaman jenis ini bekerja dengan cara memutuskan kawat leburnya apabila pada sistem terjadi kenaikan arus diluar batas nominalnya. Kenaikan arus ini disebabkan oleh beban lebih atau hubung singkat. Berkaitan dengan patron lebur memiliki kawat lebur dari jenis bahan perak dengan campuran beberapa logam lain, seperti timbel, seng, dan tembaga. Untuk kawat lebur digunakan perak, karena logam ini hampir tidak berkarat dan daya hantar listriknya tinggi. Jadi diameter kawat leburnya bisa sekecil mungkin untuk menghidari timbulnya uap bila kawatnya melebur. Diameter luar ujung patron

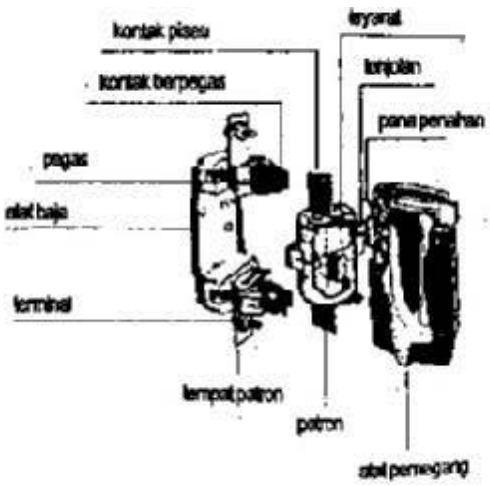
lebur berbeda-beda tergantung arus nominalnya, yaitu makin tinggi arus nominal makin besar diameter ujung patronnya. Warna patron yang digunakan untuk menandai patron lebur dan pengepas patron, berasal dari warna-warna perangko Jerman, antara lain :

2A : merah muda
4A : cokelat
6A : hijau
10A : merah
16A : kelabu
20A : biru
25A : kunig
35A : hitam
60A : putih
65A : warna tembaga

(2A – 65A) → E 16 dan E 27

b. Patron pisau

Untuk mengamankan sistem instalasi diatas 65 A dapat menggunakan pengaman lebur jenis patron pisau. Konstruksi patron pisau dapat dilihat pada Gambar 4.91.



Gambar 4.91 Konstruksi patron pisau

Gambar4.91 memperlihatkan sebuah kotak pengaman untuk enam patron pisau. Supaya patronnya bisa masuk tepat pada tempatnya, di antara tempat

patronnya dipasang sekat-sekat dari bahan isolasi. Arus patron pisau ini mulai dari 15 A hingga 100 A. Patron pisau jenis ini tahan hubungan singkat, dapat memutuskan arus hubung singkat yang sangat besar tanpa meledak. Karena konstruksinya yang tertutup, maka uap perak yang terbentuk kalau elemen leburnya putus tidak bisa keluar. Jadi di dalam patron akan timbul tekanan yang sangat tinggi, sehingga konstruksi patron untuk arus nominal yang besar harus kuat. Kadang-kadang nilai sesaat arus hubung singkat dapat mencapai 100 kA, sehingga dapat merusak instalasinya. Oleh karena itu arus hubung singkat ini harus diputuskan sebelum mencapai nilai maksimumnya dan sebelum membahayakan instalasi. Nilai sesaat ini sangat tergantung kepada :

- Nilai sesaat dari tegangan bolak-baliknya,
- Impedansi seluruh rangkaian yang dihubungkan singkat pada saat terjadinya hubungan singkat.

c. Pengaman otomatis

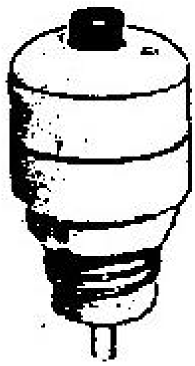
Pengaman otomatis adalah pengaman yang digunakan untuk memutuskan hubungan rangkaian listrik secara otomatis apabila arus melebihi nilai tertentu, dan merupakan sebagai pengganti pengaman lebur. Cara kerjanya ada dua macam yaitu secara thermis dan secara elektromagnetik. Keuntungan pengaman otomatis adalah dapat digunakan kembali dengan segera setelah terjadi pemutusan.

Secara thermis pemutus menggunakan dwi logam, bila arus yang melewati batas kemampuan pengaman, dwilogam akan mengalami panas kemudian merenggang dan akhirnya memutuskan rangkaian. Pemutus bekerja secara magnetic, apabila arus yang melewati pengaman melebihi kapasitasnya, maka kelebihan arus tersebut akan mengalir pada kumparan dan kumparan membentuk magnet dan menarik tuas penghubung, kemudian memutuskan rangkaian. Contoh bentuk sebuah otomat ulir dapat dilihat paga Gambar 4.92. Berdasarakan waktu pemutusannya pengaman otomatis dibagi menjadi otomat-L, otomat-H, dan otomat-G.

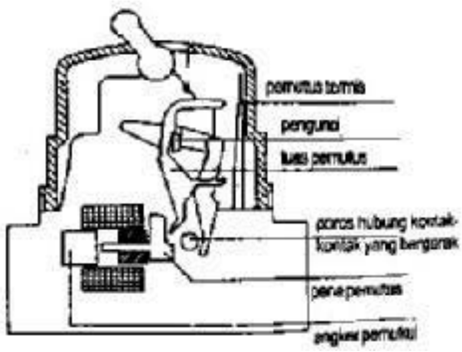
(1) otomat-L (untuk hantaran)

Jenis pengaman ini menggunakan jenis pengaman dwilogam, bila terjadi pemanasan pada penghantar akibat beban tertentu maka otomat-L akan memutuskan rangkaian, tetapi bila terjadi hubung singkat maka pengaman

elektomagnetik yang bekerja. Untuk arus bolak-balik yang sama dengan 4 Ln – 6 Ln, dan arus yang sama dengan 8 Ln, pemutusan arusnya berlangsung dalam waktu 0,2 sekon.



Gambar 4.92 Pengaman otomat ulir



Gambar 4.93 Penampang pengaman otomat G

(2) Otomat-H (untuk instalsi rumah)

Pengaman ini sama dengan otomat-L, tetapi pengaman elektromagnetiknya memutuskan rangkaian dalam waktu 0,2 sekon kalau arusnya sama dengan 2,5 Ln – 3 Ln untuk arus bolak-balik atau sama dengan 4 Ln untuk arus searah. Jenis otomat ini digunakan untuk instalasi rumah, dimana arus gangguan yang rendah pun harus diputuskan dengan cepat.

(3) Otomat-G

Jenis otomat ini mengamankan otomat-otomat rangkaian listrik arus bolak–balik atau arus searah dan rangkaian akhir, misalnya untuk penerangan bangsal pabrik. Pengaman elektromagnetiknya berfungsi pada 8 Ln – 11 Ln untuk arus ac dan 14 Ln untuk arus dc. Kecepatan pemutusannya sangat besar,

karena konstruksi khusus mekanik pemutusan elektromagnetiknya, dan waktu antara terjadinya hubungan singkat dan pemutusan pendek sekali. Untuk arus hubung singkat 1200 A, waktu pemutusan hanya 0,0003 sekon. Pemutusan cepat ini dicapai dengan menggunakan sebuah elektromagnet dengan *angker pemukul*.

14. Peralatan Pelindung dan Hantaran Listrik

a. Pipa Instalasi

Pipa instalasi digunakan untuk pemasangan kabel listrik yang dihubungkan dengan sakelar, kotak-kontak, kotak hubung bagi dan sambungan listrik lainya, serta untuk melindungi bahaya listrik terhadap sentuhan langsung dengan manusia. Pipa ini terbuat dari pelat dan PVC (pipa union). Pipa ini dibuat beberapa macam ukuran agar lebih ekonomis pemakaiannya berdasarkan garis tengah (inchi), sedangkan panjang pipa pada umumnya sama yaitu 400 cm.

Jenis kabel yang dimasukan dalam pipa adalah NYA atau NGA, tetapi untuk jenis kabel NYM tidak perlu dimasukkan dalam pipa, karena sudah aman terhadap bahaya sentuhan langsung dengan manusia.

Penggunaan pipa PVC memiliki beberapa keuntungan, antara lain :

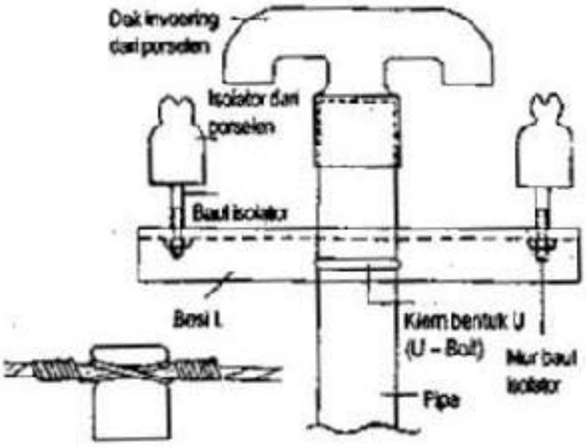
1. Daya isolasinya baik, sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya gangguan tanah;
2. Tahan terhadap hampir semua bahan kimia, jadi tidak perlu dicat;
3. Tidak menjalarkan nyala api;
4. Mudah penggunaannya.

Kelemahan pipa PVC adalah tidak dapat digunakan pada suhu kerja normal di atas 60^{O}C. Selain itu, di tempat-tempat yang diperlukan, pipa PVC harus dilindungi dari kerusakan mekanis, misalnya pada tempat-tempat penembusan lantai.

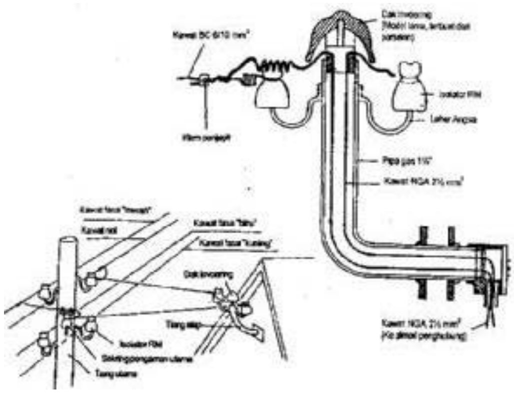
b. Rol isolator

Rol isolator fungsinya tempat menempelkan/meletakan kabel instalasi jenis NYA atau NGA, dan rol ini dipasang di dalam flafon (langit-langit) bangunan rumah tinggal, gedung dan sejenisnya. Bentuk rol isolator dapat dilihat pada Gambar 4.94, dan contoh penyaluran daya listrik dari tiang distribusi menuju ke

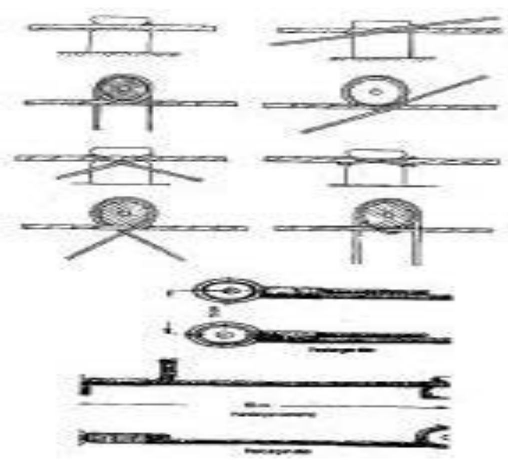
rumah-rumah dapat lihat pada Gambar 4.45. Sedangkan cara pemasangan hantaran (kabel listrik) pada isolator dapat dilihat pada Gambar 4.96.



Gambar 4.94 Bentuk beberapa isolator



Gambar 4.95 Contoh penggunaan isolator dalam penyaluran listrik



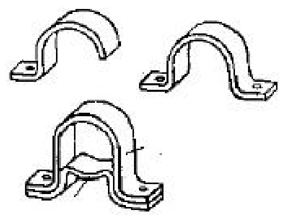
Gambar4.96 Beberapa cara pengikatan hantaran pada isolator

c. Sengkang (Klem)

Sengkang atau klem adalah suatu bahan yang dipakai untuk menahan pipa agar dapat dipasang pada dinding atau langit-langit. Sengkang dibuat dari pelat besi, serupa dengan bahan pipa. Besar atau ukurannya disesuaikan dengan ukuran pipanya. Sengkang dipasang dengan disekerupkan pada tempat menggunakan sekrup kayu. Sengkang dipasang sebagai penahan kotak penyambung atau pencabangan, potongan penyambung, sakelar, kotak-kontak, dan sebagainya dengan jarak maksimum 10 cm dari benda tersebut. Untuk meninggikan pemasangan pipa dipakai pelana, misalnya dekat kotak sekering, terkadang pada kotak penyambungan atau pencabangan dan tempat lain yang diperlukan. Bentuk sengkang ada beberapa macam, yaitu : sengkang setengah, sengkang ganda, sengkang majemuk, dan sebagainya. Pembuatan berbagai macam sengkang disesuaikan dengan keperluan pemakaiannya, seperti :

- Sengkang setengah, dipakai pada tempat yang sempit
- Sengkang ganda , untuk dua pipa sejajar, dan
- Sengkang majemuk, untuk pemasangan beberapa pipa yang sejajar

Contoh bentuk sengkang dan pelana ditunjukan pada Gambar 4.97.

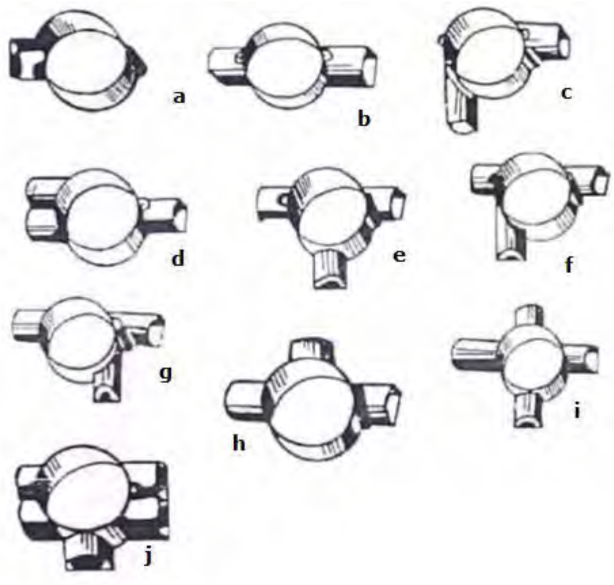


Gambar 4.97 Bentuk sengkang dan pelana

14. Kotak Sambung

Penyambungan atau pencabangan hantaran listrik pada instalasi dengan pipa harus dilakukan dalam kotak sambung. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi sambungan atau percabangan hantaran dari gangguan yang membahayakan. Pada umumnya bentuk sambungan yang digunakan pada kotak sambung ialah sambungan ekor babi (*pig tail*), kemudian setiap sambungan ditutup dengan las dop setelah diisolasi. Selain itu, pada hantaran lurus memanjang perlu dipasang kotak sambung lurus (kotak tarik) setiap panjang tertentu penarik kabel untuk memudahkan penarikan hantaran. Pada kotak tarik

ini apabila tidak terpaksa, hantaran tidak boleh dipotong kemudian disambung lagi.



Gambar 4.98 Macam-macam kotak sambung

Macam-macam kotak sambung antara lain seperti terlihat pada Gambar 4.98.

a) Kotak ujung; sering disebut pula dos tanam biasanya digunakan sebagai tempat sambungan dan pemasangan saklelar atau stop kontak/kotak kontak,
b) Kotak tarik; digunakan pada pemasangan pipa lurus memanjang (setiap 20 m) yang fungsinya untuk memudahkan penarikan hantaran ataupun tempat penyambungan,
c) Kotak sudut; sama seperti kotak tarik, hanya penempatannya berbeda yaitu dipasang pada sudut-sudut ruang,
d) Kotak garpu; dipakai untuk percabangan sejajar,
e) Kotak T atas; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
f) Kotak T kiri; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
g) Kotak T kanan; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
h) Kotak T terbalik; pemasangannnya disesuaikan dengan penempatannya,
i) Kotak silang; disebut juga cross dos (x dos) untuk empat percabangan,
j) Kotak cabang lima digunakan untuk lima percabangan dengan empat cabang sejajar.

15. KWH Meter

Peralatan ini milik PLN dan disegel, gunanya untuk mengukur beban yang dipakai. Berada di luar rumah agar memudahkan petugas pencatat setiap bulannya melakukan pencatatan meter Kwh. Alat ini dilengkapi pembatas arus (*current limiter*) berupa MCB yang juga disegel. Tujuan dipasang MCB ini adalah membatasi pemakaian sesuai dengan batas beban saat pertama registrasi atau pemasangan listrik misal 2A untuk daya 450VA, 4A untuk daya 900VA, 6A untuk daya 1300VA, dan sebagainya.

Gambar 4.99 KWH Meter

E. Perkakas Kerja Kelistrikan

Pengenalan dan pengertian cara menggunakan alat pertukangan listrik merupakan dasar pengetahuan dalam bidang teknik listrik. Salah memilih atau salah menggunakan alat kerja selain dapat merusak bahan yang dikerjakan dapat juga membahayakan keselamatan pemakainya. Oleh karena itu pengenalan alat kerja instalasi listrik mutlak dikuasai oleh orang yg akan memasang instalasi listrik. Adapun alat kerja instalasi listrik yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :

1. Tang

Tang adalah alat yg digunakan untuk memegang benda kerja. Tang terbuat dari baja dan pemegangnya dilapisi dengan karet keras.

Jenis-jenis Tang :

a. Tang kombinasi.

Tang kombinasi digunakan untuk memegang, memuntir dan memotong benda kerja, misal kawat penghantar (kabel). Penggunaan tang kombinasi tidak boleh memotong kabel dengan cara tang dipukul dengan palu, karena akan merusak tang tersebut.

Gambar 4.100 Tang kombinasi

b. Tang pemotong

Tang pemotong khusus dipakai untuk memotong kawat/kabel.

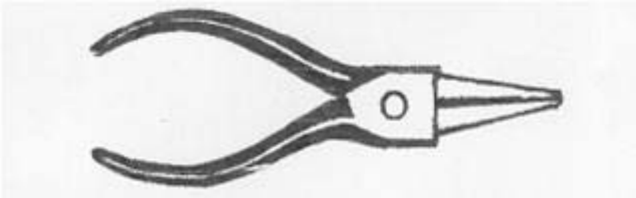
Gambar 4.101 Tang pemotong

c. Tang lancip

Tang lancip digunakan untuk memegang benda kerja yag kecil, bisa juga digunakan untuk membuat mata sambungan. Biasanya tang lancip juga dilengkapi dengan pemotong kabel.

Gambar 4.102 Tang lancip

d. Tang pembulat

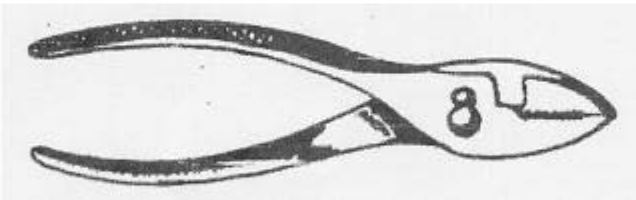


Gambar 4.103 Tang pembulat

Tang bulat khusus digunakan untuk membuat mata sambungan (mata itik) pada ujung kabel. Kepala tang berbentuk silinder (bulat).

e. Tang pemegang

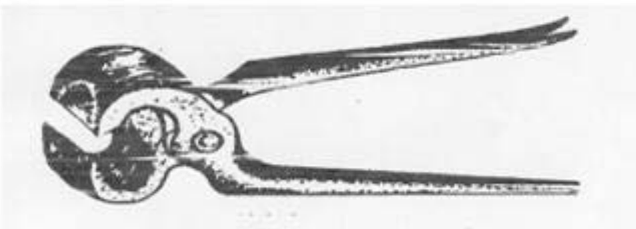
Tang ini dirancang khusus untuk memegang benda kerja. Tidak dilengkapi dengan bagian pemotong.



Gambar 4.104 Tang pemegang

f. Tang Kakatua

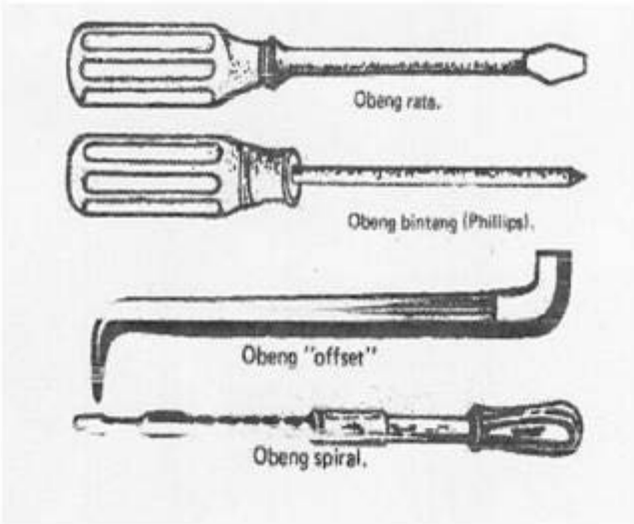
Tang kakatua khusus digunakan untuk memegang atau mencabut paku.



Gambar 4.105 Tang kakatua

2. Obeng

Obeng adalah alat tangan yang digunakan untuk memutar sekrup. Batang obeng dibuat dari baja, sedang pemegangnya dibuat dari bahan penyekat seperti kayu, plastik, atau karet keras. Mata obeng dibedakan menjadi 2 macan, yaitu obeng pipih (minus) dan obeng bintang (plus).



Gambar 4.106 Macam-macam obeng

3. Test Pen

Test Pen adalah obeng yg dilengkapi dengan lampu sinyal. Test Pen hanya sekedar untuk mengetahui adanya tegangan pada suatu penghantar listrik, tidak untuk mengetahui besar tegangan listrik.

Gambar 4.107 Test Pen

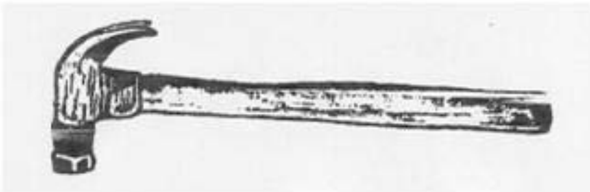
4. Palu

Palu atau martil adalah alat yg digunakan untuk memukul benda kerja, misalnya paku. Palu terdiri dari 2 bagian yaitu kepala dan tangkai. Kepala dibuat dari baja, plastik, karet, kayu, tembaga. Tangkai umumnya dibuat dari kayu.

Macam-macam palu yaitu :

a. Palu paku (*Nail Hammer*)

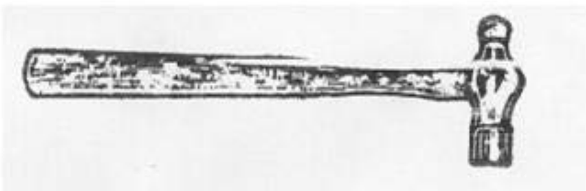
Palu ini terdiri dari 2 bagian, bagian muka yg rata digunakan untuk memukul paku, sedang bagian cakar digunakan untuk mencabut paku.



Gambar 4.108 Palu paku

b. Palu bulat

Kepala palu terdiri dari 2 bagian, yaitu bagian yg rata digunakan untuk memukul benda kerja, sedang bagian yg bulat digunakan untuk membuat cekungan pada benda kerja.



Gambar 4.109 Palu bulat

c. Palu puncak lurus dan puncak melintang.

Salah satu sisi kepala palu berbentuk pisau yg tajam, berguna untuk memotong atau membuat sudut. Pekerjaan ini khusus untuk pekerjaan plat.

Gambar 4.110 Palu puncak lurus

d. Palu karet.

Palu ini digunakan untuk pekerjaan plat, misalnya untuk meratakan permukaan plat tanpa meninggalkan goresan.

Gambar 4.111Palu karet

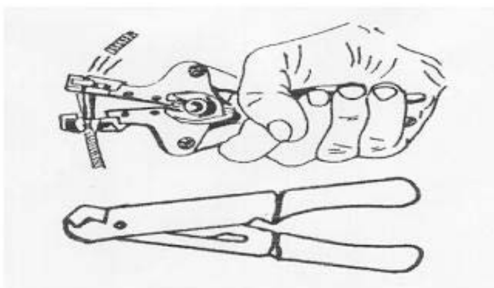
e. Palu Plastik

Palu ini digunakan untuk mengetok atau memukul benda-benda yang sifatnya tidak kera satau lunak atau untuk memukul benda yang bahannya mudah pecah, misalnya benda-benda dari besi tuang yang agak tipis. Tujuan penggunaan palu ini agar benda kerja tidak pecah atau tidak tergores.

Gambar 4.112 Palu plastik

5. Pengupas kabel

Pekerjaan mengupas isolasi ujung kabel dapat dilakukan menggunakan tang pengupas kabel atau pisau.



Gambar 4.113 Pengupas kabel

6. Solder listrik

Pada pekerjaan instalasi, solder listrik digunakan untuk menyolder sambungan kawat dan mata itik, agar sambungannya sempurna.

Gambar 4.114 Solder listrik

F. Pekerjaan Instalasi Dasar Kelistrikkan

1. Menyambung dan Mencabangkan Kabel

Untuk pekerjaan menyambung dan mencabang kabel, kita selalu harus mengupas bagian isolasi kabel yang akan disambung dan dicabangkan. Untuk mempermudah dan agar mendapatkan hasil pekerjaan yang baik, maka kabel yang dikupas perlu dibersihkan terlebih dahulu.

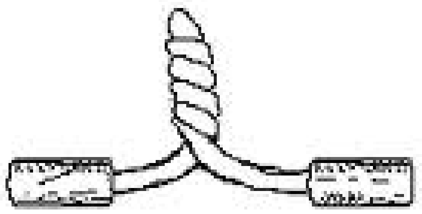
Cara penyambungan dan pencabangan ini bermacam-macam, baik karena perbedaan keperluan maupun perbedaan macam kabel yang dikerjakan. Oleh karena itu, pada uraian berikut akan diberikan beberapa macam cara penyambungan dan pencabangan kabel yang sering dipakai. Syarat penting yang wajib diperhatiakan ialah bahwa sambungan harus kuat baik mekanis maupun kelistrikannya.

Macam-macam Sambungan Kabel

a. Sambungan Ekor Babi (*Pig Tail*)

Ialah cara menyambung kabel yang paling sederhana berbentuk ekor babi. Sambungan ini digunakan untuk menyambung atau mencabangkan satu atau beberapa kabel pada satu titik. Sambungan ekor babi sering dijumpai pada

kotak sambung dan umumnya dipasang lasdop sebagai pengikat, dan sekaligus sebagai isolasi. Bentuk sambungan ekor babi ditunjukkan pada Gambar 4.115.



Gambar 4.115 Sambungan Ekor Babi

b. Sambungan Puntir

Adalah cara menyambung antara dua kabel yang berbentuk satu garis lurus. Ada dua macam cara sambungan puntir yaitu; sambungaan puntir Bell hangers dan sambungan puntir Western union. Perbedaan dari kedua bentuk sambungan puntir tersebut terletak pada jumlah puntirannya, sedangkan cara menyambungnya adalah sama. Sambungan ini digunakan untuk menyambung kabel yang kurang panjang. Penyambungan cara ini sering dijumpai pada pekerjaan instalasi penerangan dalam rumah. Bentuk sambungan ditunjukkan pada Gambar 4.116.

(a) Sambungan Bell hangers.

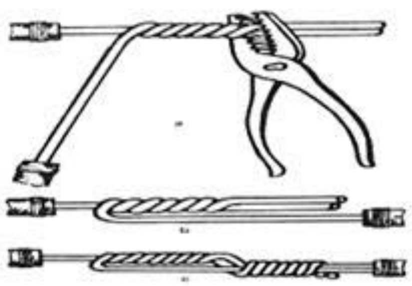
(b) Sambungan Western union.

Gambar 4.116 Sambungan Puntir

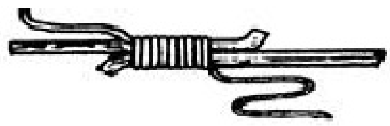
c. Sambungan Bolak-Balik (*Turn Back*)

Ialah cara menyambung antara dua kabel yang berbentuk satu garis lurus, dimana kabel ditekuk balik, sehingga sering disebut sebagai sambungan

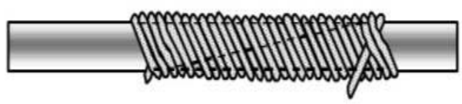
bolak-balik. Menyambung cara bolak balik ini dimaksudkan untuk mendapatkan sambungan yang lebih kuat terhadap rentangan maupun tarikan. Umumnya kabel yang digunakan untuk sambungan ini adalah kabel dengan penampang 4 mm karena mudah ditekuk dan dipuntir dengan tangan. Untuk kabel yang ukuran lebih besar dilakukan dengan cara sambungan bolak balik "Britannia" atau dengan model sambungan "Scarf".Bentuk sambungan ditunjukkan pada Gambar 4.117.



a.Sambungan bolak balik



b.Sambungan Britannia

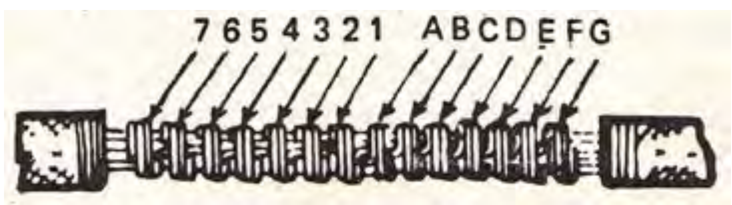


c. Bentuk sambungan Scarf.

Gambar 4.117 Sambungan bolak-balik

d. Sambungan Kabel Bernadi Banyak (*Single Wrapped Cable Spice*)

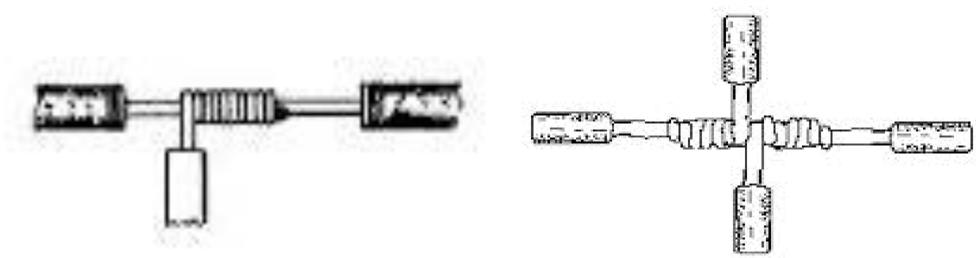
Cara menyambung yang telah diterangkan di atas tidak dapat dilaksanakan untuk penyambungan kabel bernadi banyak, sebab hasilnya tidak akan memuaskan. Untuk menyambung kabel bernadi banyak dapat dilakukan dengan cara "Single Wrapped Cable Splice". Cara penyambungan ini dilukiskan pada Gambar 4.118.



Gambar 4.118 Sambungan kabel bernadi banyak

e. Sambungan Datar (*Plain joint*)

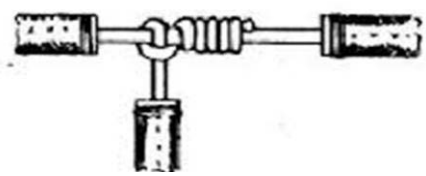
Ialah cara untuk mencabang kabel yang posisinya dalam satu bidang datar. Pada hantaran yang panjang, misalnya antara rol-rol sekat dapat dilakukan pencabangan tanpa harus memutus kabel utamanya, melainkan hanya dikupas kabelnya sepanjang kebutuhan. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang tunggal (*Single Plain joint*) atau bisa juga dalam bentuk cabang ganda (*Cross Plain Joint*). Bentuk pencabangan kabel ditunjukkan pada Gambar 4.119.



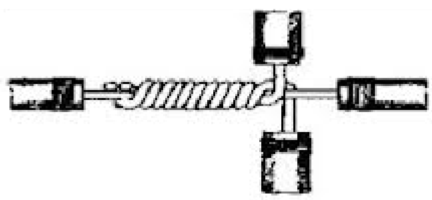
a.bentuk cabang tunggal **b. bentuk cabang silang empat**
Gambar 4.119 Sambungan datar

f. Sambungan Simpul (*Knotted tap joint*)

Ialah cara untuk mencabang kabel yang posisinya dalam satu bidang datar dengan memberi suatu simpul agar sambungan lebih kuat. Pencabangan kabel dengan cara ini akan menghasilkan jenis pencabangan kabel datar yang lebih kuat. Untuk itu bentuknya hampir menyerupai pencabangan datar. Bentuk pencabangan datar ini bisa untuk cabang simpul tunggal atau bisa juga dalam bentuk cabang simpul ganda. Bentuk pencabangan kabel ditunjukkan pada Gambar 4.120.



a. Bentuk cabang simpul tunggal



b. bentuk cabang simpul ganda
Gambar 4.120 Sambungan simpul

Asosiasi

BERLATIH MELAKUKAN PENYAMBUNGAN KABEL

Informasi

Setelah mempelajari materi Pekerjaan Dasar Teknik Listrik Instrumentasi, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan membuat sambungan kabel dengan perkakas tangan kerja listrik. Perhatikan hal-hal berikut ini:

1. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas izin/pengawasan guru.
2. Materi latihan keterampilan meliputi :
   Latihan 1 Membuat sambungan kabel bentuk ekor babi
   Latijan 2 Membuat sambungan kabel bentuk puntir
   Latihan 3 Membuat sambungan kabel bentuk *turn back*
   Latihan 4 Membuat sambungan kabel bentuk bernadi banyak
   Latihan 5 Membuat sambungan kabel bentuk sambungan datar
   Latijan 6 Membuat sambungan kabel bentuk sambungan simpul
3. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

9. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4

10. KKM : Pengetahuan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Keterampilan : $\geq$ 2.66 (Baik)
Sikap : $\geq$ 2.66(Baik)

11. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi} x\ 4 = skor\ akhir$

12. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 1
Menyambung Kabel "Ekor Babi"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 1, siswa mampu membuat sambungan kabel ekor babi, dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

7. Sikap
    i. Menggunakan Alat Pelindung Diri/ Menerapkan K3
    j. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    k. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    l. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
8. Keterampilan
    g. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    h. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        5) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        6) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
    i. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
9. Pengetahuan
    e. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    f. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

8) Alat
    a. Penggaris baja/Mistar ukur 1 buah
    b. Tang kombinasi 2 buah
    c. Tang pengupas 1 buah
    d. Tang potong 1 buah
    e. Scaper/Kertas gosok 1 buah
    f. Busur 1 buah
    g. Pisau 1 buah
    h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

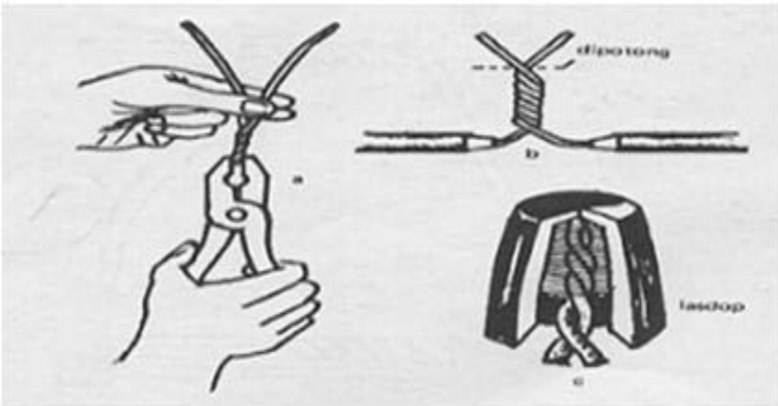
9) Bahan

c. Kabel NYA 20 Cm 2 buah

D. Keselamatan Kerja

9. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
10. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
11. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
12. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
13. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
14. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
15. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
16. Hal–hal yang meragukan tanyakan kepada guru.

E. Gambar



F. Langkah Kerja Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYA sepanjang 5Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakan pisau atau tang pengupas.
2. Bersihkan dengan scaper atau gosok dengan kertas gosok pada setiap bagian nadi kabel yang terkupas.
3. Tempelkan menjadi satu bagian-bagian kabel yang terkupas kemudian diputar dengan tang kombinasi dengan rapi dan kuat.
4. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuai dengan ukuran lasdop
5. Tutup hasil samabungan dengan lasdop.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

2. Apa yang dimaksud sambungan ekor babi?
3. Di mana kamu sering lihat sambungan ekor babi?
4. Jenis kebel apa yang digunakan pada sambungan ekor babi?
5. Uraikan langkah kerja menyambung kabel ekor babi!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

7. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
8. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
9. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 1
Menyambung Kabel "Ekor Babi"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

10) **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 1			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : g. Sikap Kerja h. Proses i. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 2
Menyambung Kabel "Bentuk Puntir"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 2, siswa mampu membuat sambungan kabel bentuk puntir, dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B. Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C. Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
    a. Penggaris baja/Mistar ukur 1 buah
    b. Tang kombinasi 2 buah
    c. Tang pengupas 1 buah
    d. Tang potong 1 buah

e. Scaper /Kertas gosok 1 buah
f. Busur 1 buah
g. Pisau 1 buah
h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

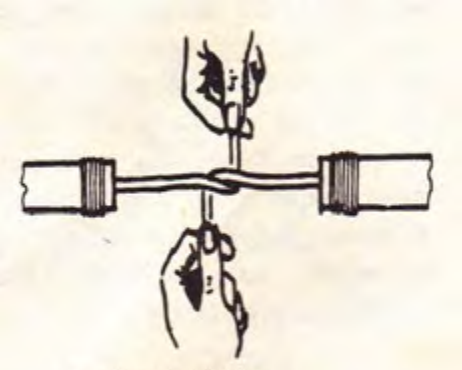
2. Bahan

d. Kabel NYA 30 cm 2 buah

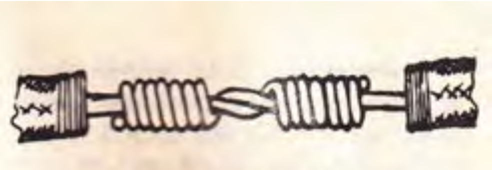
D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



a. Cara menyambung.



b. Gambar sambungan "Bell Hangers".

c. Gambar sambungan "Western Union".

F. Langkah Kerja Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYA sepanjang 15 Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakan pisau atau tang pengupas.
2. Bersihkan dengan scaper atau gosok dengan kertas gosok pada bagian kabel yang terkupas.

3. Tempelkan jadi satu bagian-bagian kabel yang terkupas kemudian dipuntir pakai tang kombinasi dengan arah yang berlawanan kekiri dan kekanan dengan kuat.
4. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuai dengan kebutuhan.
5. Tutup hasil sambungan dengan isolasi, secara rapi.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan sambungan puntir?
2. Sebutkan dua macam sambungan puntir!
3. Apa perbedaan dari kedua sambungan tersebut!
4. Uraikan langkan kerja menyambung kabel cara puntir!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 2
Menyambung Kabel "Bentuk Puntir"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan.

Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3. Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 2			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**		

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 3
Menyambung Kabel "Bentuk *Turn Back*"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 3, siswa mampu membuat sambungan kabel Bentuk *Turn Back*, dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
      2) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
   a. Penggaris baja/Mistar ukur 1 buah
   b. Tang kombinasi 2 buah
   c. Tang pengupas 1 buah
   d. Tang potong 1 buah

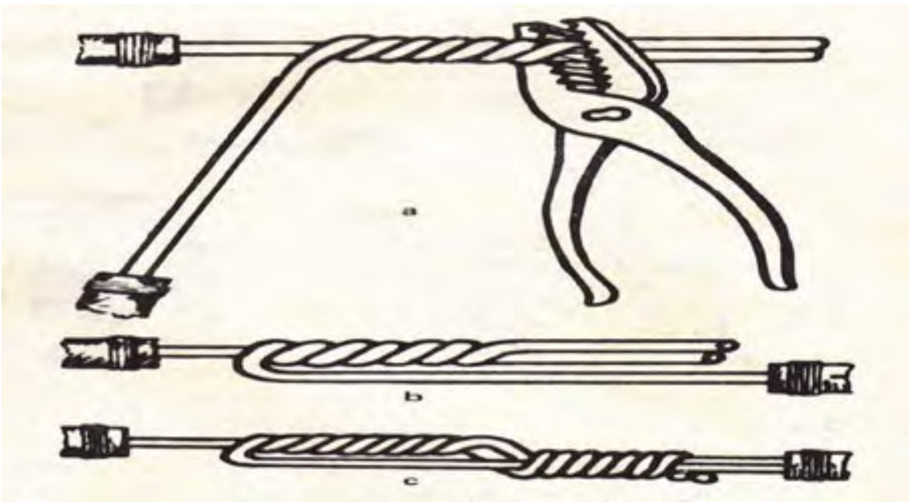
e. Scaper/Kertas gosok 1 buah
f. Busur 1 buah
g. Pisau 1 buah
h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

2) Bahan
   a. Kabel NYA 30 Cm 2 buah

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYA sepanjang 15 Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakan pisau atau tang pengupas
2. Bersihkan dengan scaper atau gosok dengan kertas gosok pada bagian kabel yang terkupas.

3. Tempelkan jadi satu bagian-bagian kabel yang terkupas kemudian dipuntir pakai tang kombinasi dengan arah yang berlawanan kekiri dan kekanan dengan kuat
4. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuai dengan kebutuhan
5. Tutup hasil sambungan dengan isolasi.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

2. Apa yang dimaksud dengan sambungan bolak-balik (Turn Back)?
3. Uraikan langkah kerja membuat sambungan bolak-balik (Turn Back)!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 3
Menyambung Kabel "Bentuk *Turn Back*"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /3)				

3)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 3</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

...................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

...................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

...................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu

Latihan 4
Menyambung Kabel "Bernadi Banyak"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 4, siswa mampu membuat sambungan kabel Bernadi Banyak, dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
    a. Penggaris baja/Mistar ukur 1 buah
    b. Tang kombinasi 2 buah
    c. Tang pengupas 1 buah
    d. Tang potong 1 buah

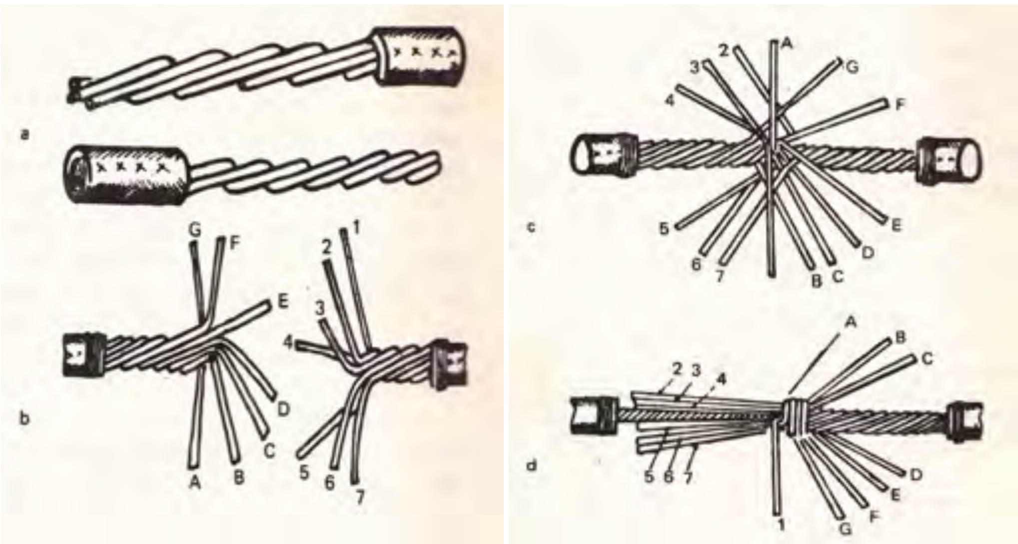
e. Scaper/Kertas gosok 1 buah
f. Busur 1 buah
g. Pisau 1 buah
h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

2) Bahan
   a. Kabel NYA 30 Cm 2 buah

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYF sepanjang 10 Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakan pisau atau tang pengupas.
2. Uraikan dan beri tanda untuk memudahkan penyambungan.

3. Bersihkan dengan cara scaper atau gosok dengan kertas gosok pada setiap bagian nadi kabel yang terkupas.
4. Tempelkan jadi satu bagian-bagian kabel yang terkupas kemudian dipuntir/dililit pakai tang kombinasi dengan arah yang berlawanan ke kiri dan ke kanan dengan kuat.
5. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuai dengan kebutuhan
6. Tutup hasil sambungan yang telah selesai dengan isolasi.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan sambungan kabel bernadi banyak?
2. Uraikan langkah kerja meyambung kabel bernadi banyak!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 4
Menyambung Kabel "Bernadi Banyak"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
Jumlah Nilai					
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /4)					

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
Jumlah Nilai					
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)					

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3)Penilaian Pengetahuan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan

No.	Aspek Penilaian	Nilai Perolehan
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 4

No	Aspek Evaluasi	Nilai Perolehan*	
		Angka	Predikat
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:	**Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:**
Tanda Tangan Siswa:	**Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**
....	....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 5
Menyambung kabel "Sambungan Datar"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 5, siswa mampu membuat sambungan kabel Sambungan Datar,dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
      2) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
   a. Penggaris baja /Mistar ukur 1 buah
   b. Tang kombinasi 2 buah
   c. Tang pengupas 1 buah

d. Tang potong 1 buah
e. Scaper/Kertas gosok 1 buah
f. Busur 1 buah
g. Pisau 1 buah
h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

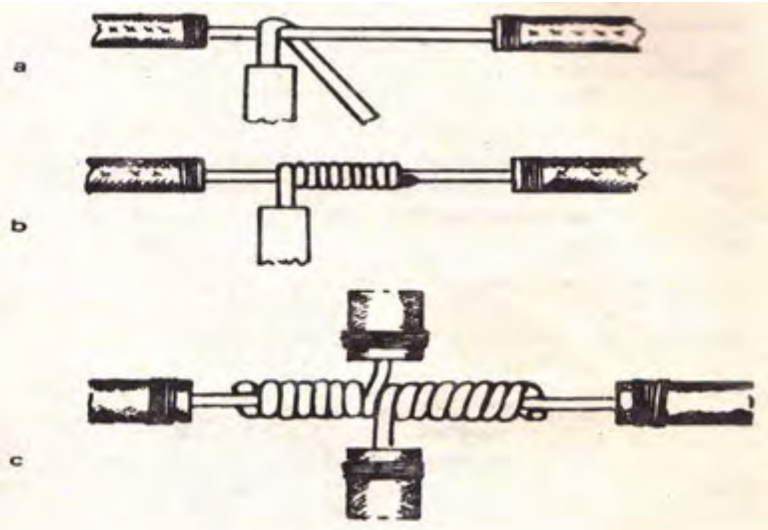
2) Bahan

a. Kabel NYA 30 Cm 2 buah

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar



F. Langkah Kerja Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYAsepanjang 5 Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakanpisau atau tang pengupas
2. Bersihkan dengan scaper atau gosok dengan kertas gosok pada setiap bagian nadi kabel yang terkupas.

3.Tempelkan jadi satu bagian-bagian kabel yang terkupaskemudian dipuntir/dililit pakaitang kombinasi dengan arahyang berlawanan kekiri dankekanan dengan kuat

4. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuaidengan kebutuhan

5. Tutup hasil sambungan dengan isolasi.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan sambungan datar?
2. Sebutkan dua macam bentuk sambungan datar!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 5
Menyambung kabel "Sambungan Datar"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	**Aspek Penilaian**	**Kriteria**	**Hasil Pengamatan**			
			Benar			**Salah**
			4	**3**	**2**	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3)Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 5			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **.........................., ...** **Penilai** **....................................**			

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 6
Menyambung Kabel "Sambungan Simpul"

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 6, siswa mampu membuat sambungan kabel Sambungan Simpul, dengan menggunakan perkakas tangan, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil penyambungan kokoh dan rapih
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan penyambungan kabel sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1) Alat
    a. Penggaris baja/Mistar ukur 1 buah
    b. Tang kombinasi 2 buah
    c. Tang pengupas 1 buah

d. Tang potong 1 buah
e. Scaper/Kertas gosok 1 buah
f. Busur 1 buah
g. Pisau 1 buah
h. Alat Keselamatan dan Kesehatan Kerja

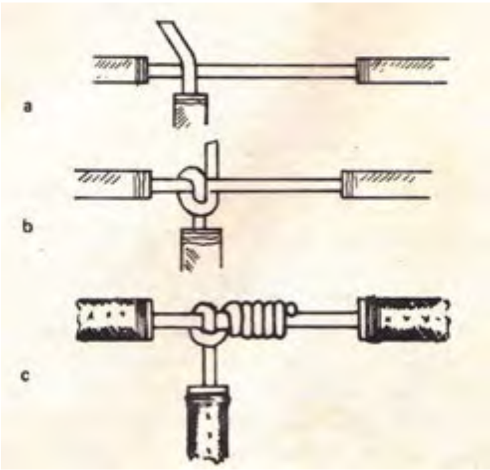
2) Bahan

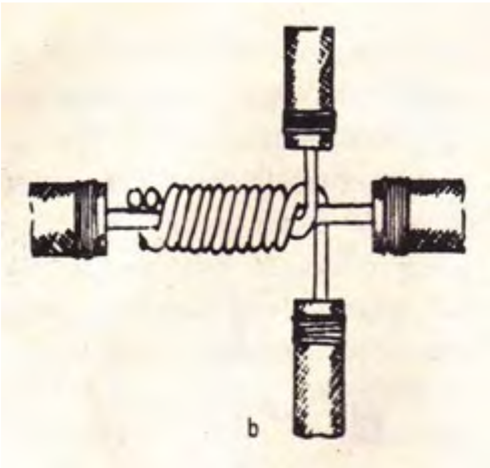
a. Kabel NYA 30 Cm 2 buah

D. Keselamatan Kerja

1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar





F. Langkah Kerja

1. Kupas masing-masing kabel NYA sepanjang 5 Cm dari salah satu ujungnya dengan menggunakan pisau atau tang pengupas seperti ditunjukkan Gambar dibawah ini.

2. Bersihkan dengan scaper atau gosok dengan kertas gosok pada setiap bagian nadi kabel yang terkupas.
3. Tempelkan jadi satu bagian-bagian kabel yang terkupas kemudian dipuntir/dililit pakai tang kombinasi dengan arah yang berlawanan kekiri dan kekanan dengan kuat seperti ditunjukkan Gambar di atas.
4. Rapikan hasil sambungan dengan memotong kelebihan kabel sesuai dengan kebutuhan seperti ditunjukkan Gambar di atas.
5. Tutup hasil sambungan dengan isolasi.

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa yang dimaksud dengan sambungan simpul?
2. Sebutkan dua macam bentuk sambungan simpul?

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 6
Menyambung Kabel "Sambungan Simpul"

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penyambungan	kokoh dan rapih				
3	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

3) Penilaian Pengetahuan		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

<table>
<tr><th colspan="4">Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 6</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek Evaluasi</th><th colspan="2">Nilai Perolehan*</th></tr>
<tr><th>Angka</th><th>Predikat</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Penilaian Sikap</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Penilaian Keterampilan
Rata-rata dari nilai :
a. Sikap Kerja
b. Proses
c. Hasil Kerja</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penilaian Pengetahuan</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">Kesimpulan :
Siswa dinyatakan Kompeten/Belum Kompeten*
dan Dapat/Tidak Dapat** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya</td></tr>
<tr><td colspan="4">Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan
........................., ...
Penilai

..................................</td></tr>
<tr><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.
Umpan Balik Siswa:

Tanda Tangan Siswa:

..................................</td><td colspan="2">Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut.

Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:

Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:

..................................</td></tr>
</table>

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu

2. Instalasi Dasar Listrik Penerangan

a. Dasar-dasar Peraturan Umum

Pemasangan instalasi listrik tidak dapat dilakukan senbarangan. Jika tidak hati-hati dapat membawa akibat yang fatal, baik bagi pemasang instalasi maupun bagi pemakainya. Peraturan-peraturan ini bertujuan melindungi manusia dan mengamankan barang dari bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh listrik, serta menyediakan tenaga listrik yang aman dan efisien.

Peraturan untuk instalasi listrik terdapat pada buku Peraturan Umum Instalasi Listrik 1987, yang disingkat PUIL 1987. Buku peraturan instalasi ini diterbitkan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). PUIL 1987 ini berlaku untuk semua instalasi listrik arus kuat (ayat 102.A1), kecuali instalasi-instalasi atau bagian-bagian instalasi yang disebut dalam ayat 102.A2.

Di samping PUIL 1987, kita juga harus memperhatikan peraturan-peraturan lain yang ada hubungannya dengan instalasi listrik, yaitu ;

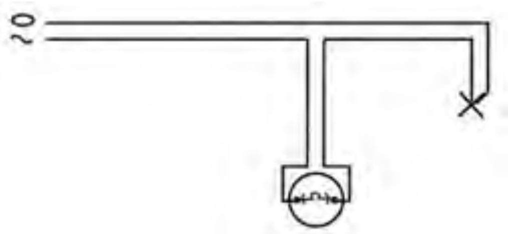
1. Undang-undang dan Peraturan mengenai keselamatan kerja yang ditetapkan dalam Undang-Undang Nomor 1 tahun 1970.
2. Peraturan Bangunan Nasional, contoh: pemotongan ujung kabel menggunakan tang potong. Jangan sampai sissa potongan kabel tersebut berserakan di sembarang tempat karena sisa potongan ini cukup tajam yang mungkin dapat melukai orang lain yang melewati tempat tersebut.
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 1B tahun 1972 tentang perusahaan Umum Listrik Negara, dan
4. Peraturan-peraturan lain yang berlaku untuk kelistrikan yang tidak bertentangan dengan PUIL 1987.

b. Instalasi Dasar Listrik Penerangan

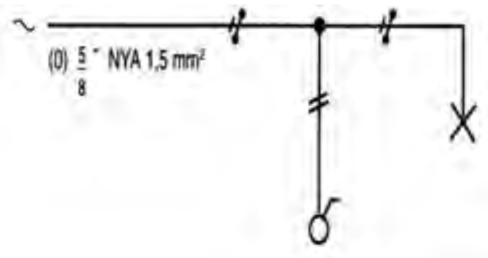
1) Instalasi satu lampu pijar dengan satu sakelar tunggal

Instalasi seperti Gambar 4.127 dibawah ini adalah instalasi paling sederhana. Macam instalasi seperti ini adalah instalasi yang sering dipasang di rumah-rumah maupun gedung. Instalasi ini terdiri dari komponen-komponen seperti satu sakelar tunggal, satu lampu, satu T dos, dan penghantar. Lampu pijar sebanyak satu buah dilayani oleh satu

sakelar. Saat sakelar mati maka lampu pijar akan mati. Begitu pula jika sakelar menyala maka lampu pijar juga akan menyala.



(a) Gambar bagan

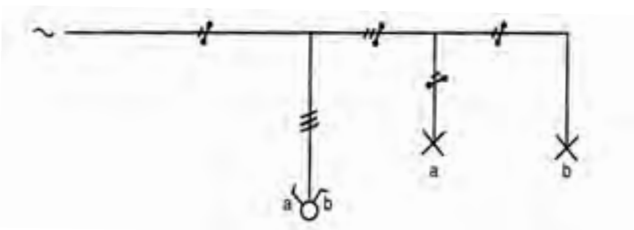


(b) Gambar pengawatan

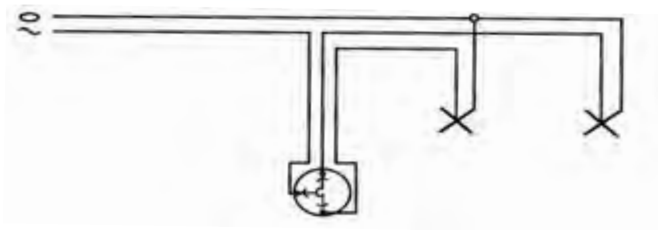
Gambar 4.127 Bagan dan Pengawatan Instalasi Satu Lampu Satu Sakelar Tunggal

2) Instalasi dua lampu pijar dengan satu sakelar seri (Deret)

Instalasi ini terdiri dari dua buah lampu yang dapat dihidupkan maupun dimatikan dari satu sakelar. Sakelar yang digunakan adalah sakelar seri atau deret. Pada sakelar tersebut terdapat dua tuas sakelar yang dapat dikendalikan sendiri-sendiri. Instalasi seperti Gambar 4.128 penggunaanya sering di jumpai di bagian rumah atau gedung yang terdiri dari dua ruangan yang dikendalikan dari satu tempat. Dua buah lampu yang terpasang, satu lampu dilayani sakelar seri tuas A dan satu lampu lainnya dilayani sakelar seri tuas B.



(a) Gambar bagan

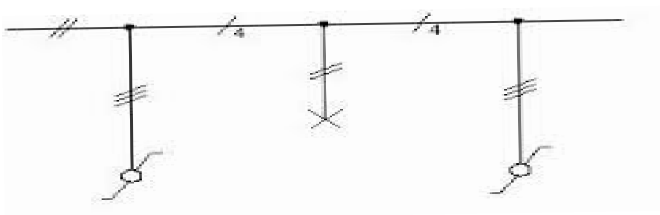


(b) Gambar pengawatan

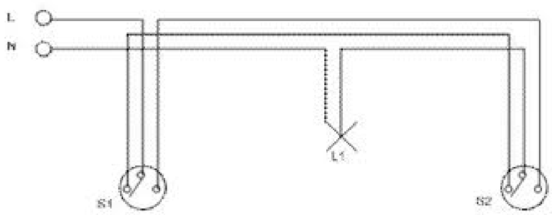
Gambar 4.128 Bagan dan Pengawatan Instalasi Dua Lampu Satu Sakelar Seri (Deret)

3) Instalasi satu lampu pijar dengan dua sakelar tukar

   Instalasi ini terdiri dari satu lampu pijar yang dapat dihidupkan dan dimatikan dari dua sakelar. Sakelar yang digunakan adalah sakelar tukar atau sering disebut sakelar hotel. Rangkaian instalasi ini sering dijumpai pada lorong yang terdapat dua pintu. Ditengah-tengah ruangan terdapat lampu. Lampu tersebut dapat dihidupkan dan dimatikan dari dua sakelar yang berada di dua pintu.



(a) Gambar bagan



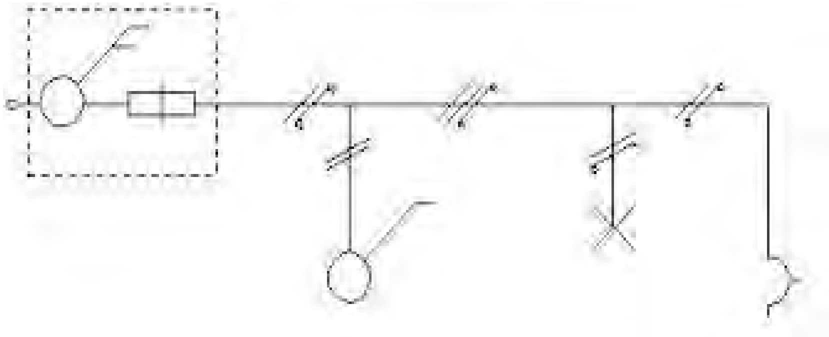
(b) Gambar pengawatan

Gambar4.129 Bagan dan Pengawatan Instalasi Satu Lampu Pijar dengan Dua Sakelar Tukar

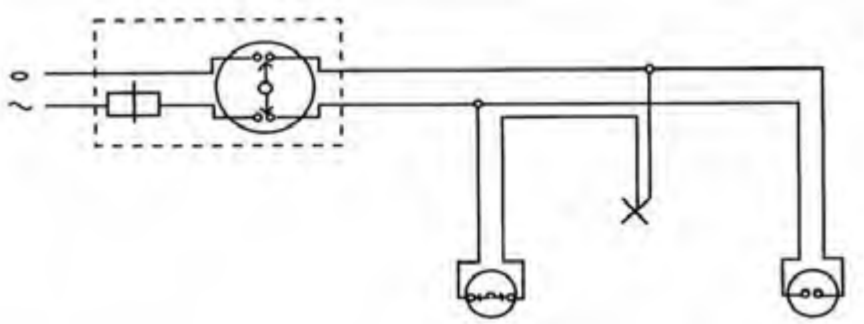
4) Instalasi satu lampu pijar dengan satu sakelar tunggal dan satu stop kontak dilengkapi dengan kotak sekering satu fasa

   Instalasi ini terdiri dari gabungan instalasi satu lampu dan satu sakelar tunggal dengan instalasi satu stop kontak. Pada instalasi ini diawali dengan sebuah kotak sekering satu fasa yang berfungsi sebagai pengaman instalasi

dari bahaya hubung pendek (konslet). Pemasangan stop kontak tidak tergantung kepada sakelar tapi berdiri sendiri. Jika sakelar tunggal dinyalakan maka lampu akan menyala. Sebaliknya jika sakelar dimatikan maka lampu akan mati.



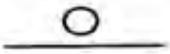
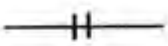
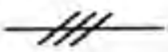
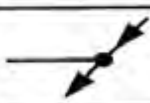
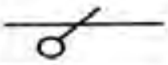
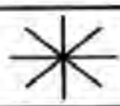
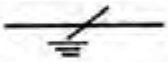
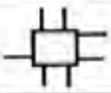
(a) Gambar bagan

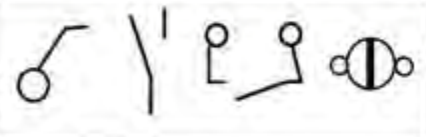
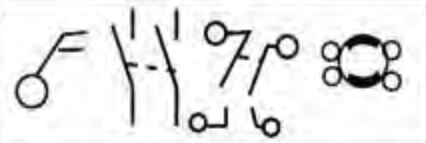
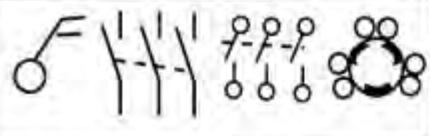
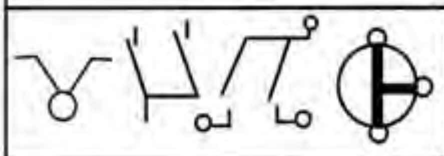
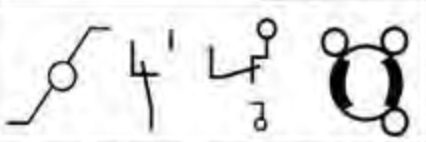
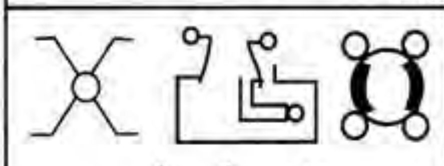
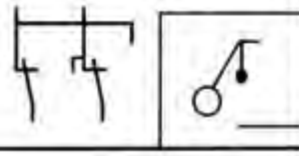


(b) Gambar pengawatan

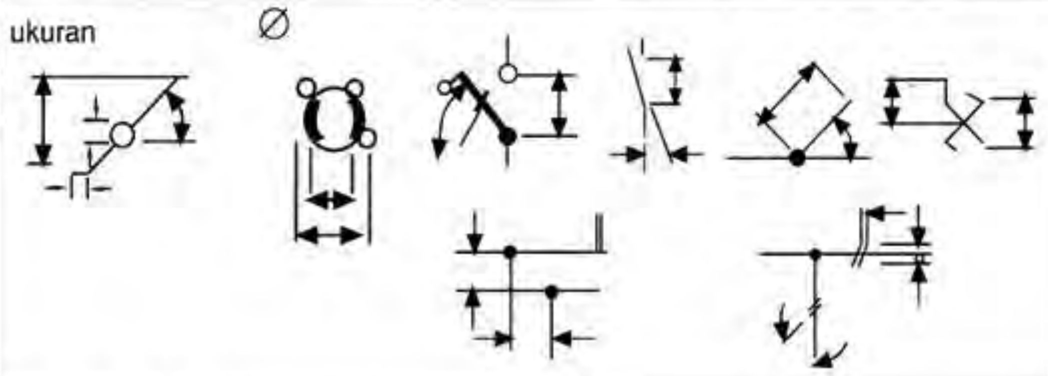
Gambar 4.130 Bagan dan Pengawatan Instalasi satu lampu pijar dengan satu sakelar tunggal dan satu stop kontak dilengkapi dengan kotak sekering satu fasa

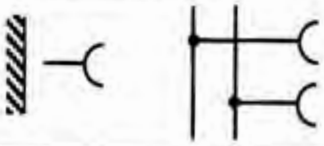
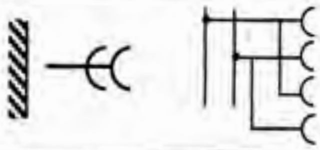
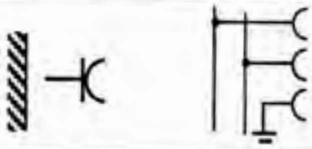
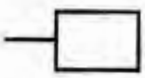
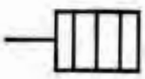
3. Simbol-simbol listrik

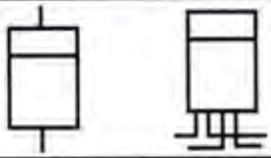
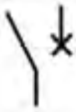
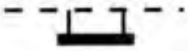
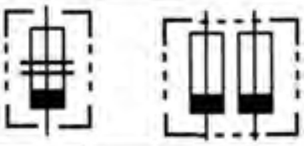
lambang	keterangan	lambang	keterangan
	saluran hantaran		saluran menuju ke atas
	saluran dipindah-pindahkan kabel fleksibel		saluran dari bawah
	saluran bawah tanah		saluran dari bawah melalui ruangan secara tegak lurus menuju ke atas
	saluran dalam pipa		van boven saluran dari atas leiding
	dua hantaran terpisah		saluran menuju ke bawah
	saluran terdiri dari 3 hantaran		saluran dari atas melalui lui ruangan secara tegak lurus menuju ke bawah
	saluran terdiri dari 12 hantaran		titik lampu
	hantaran netral berisolasi		titik lampu untuk sakelar seri
	hantaran pengaman, hantaran yang ditanahkan		titik lampu darurat
	persilangan hantaran (tanpa hubungan listrik)		titik lampu isyarat
	saluran dengan percabangan dalam kotak		lampu TL
	saluran dengan kotak sentral		6 lampu TL dipasang berderet jadi 2 baris

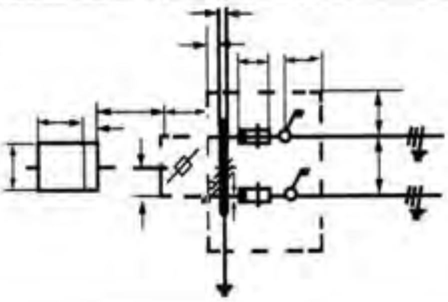
lambang *jungkit putar*	*keterangan, nama*	*bentuk*
	sakelar kutub-satu	
	sakelar kutub-dua	
	sakelar kutub-tiga	
	sakelar seri	
	sakelar tukar	
	sakelar silang	
	sakelar tarik	
	sakelar kedap air schakelaar	

ukuran ∅



lambang	*keterangan, nama*	*bentuk*
	kotak-kontak dinding	
	kotak-kontak dinding ganda	
	kotak-kontak dinding dengan kontak pengaman	
	tusuk kontak	
	kontak tusuk dengan kabel yang dapat dipindah-pindahkan	
	kotak-kontak alat	
	alat listrik untuk rumah tangga	
	elemen pemanas alat pemanas	
	armatur penerangan kedap air	

lambang	keterangan, nama	bentuk
	kWh-meter	
	pengaman ulir (pengaman lebur)	
	otomat ulir	
	pemasukan pipa	
	wartel	
	kotak pengaman dengan dua pengaman ulir	
	elektroda tanah	



Gambar 4.132 Simbol-simbol Listrik

BERLATIH MELAKUKAN PEKERJAAN INSTALASI DASAR KELISTRIKAN

Informasi

Setelah mempelajari materi Pekerjaan Dasar Teknik Listrik Instrumentasi, Kamu akan berlatih melakukan pekerjaan membuat instalasi dasar kelistrikan.Perhatikan hal-hal berikut ini:

4. Selalu menerapkan kesehatan dan keselamatan kerja melalui penggunaan APD, menjaga sikap kerja, memperhatikan rambu-rambu peringatan K3 dan melaksanakan pekerjaan atas ijin/pengawasan guru.
5. Materi latihan keterampilan meliputi:
   Latihan 7 Instalasi Satu lampu Pijar dengan Satu Sakelar Tunggal pada Papan Kerja
   Latijan 8 Instalasi Dua lampu Pijar dengan Satu Sakelar Seri pada Papan Kerja
   Latihan 9 Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja
   Latihan 10 Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Seri dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja
6. Pada setiap akhir kegiatan latihan diakhiri dengan kegiatan evaluasi. Hanya jika Kamu (siswa) telah dinyatakan kompeten, dapat melanjutkan ke latihan berikutnya.

Rubrik Penilaian

1. Indeks nilai kuantitatif dengan skala 1 – 4
2. KKM : Pengetahuan : ≥ 2.66 (Baik)
   Keterampilan : ≥ 2.66 (Baik)
   Sikap : ≥ 2.66(Baik)
3. Skor Siswa = $\frac{Skor}{Skor\ Tertinggi} x\ 4 = skor\ akhir$
4. Konversi klasifikasi nilai kualitatif :

Konversi nilai akhir		Predikat	Klasifikasi
Skala 1- 4	Skala 0–100		
4	86 -100	A	Sangat Terampil/ Sangat Baik
3.66	81- 85	A-	
3.33	76 – 80	B+	Terampil/ Baik
3.00	71-75	B	
2.66	66-70	B-	
2.33	61-65	C+	Cukup Terampil/ Cukup Baik
2	56-60	C	
1.66	51-55	C-	
1.33	46-50	D+	Kurang Terampil/ Kurang Baik
1	0-45	D	

Latihan 7
Instalasi Satu lampu Pijar
dengan Satu Sakelar Tunggal pada Papan Kerja

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 7, siswa mampu membuat Instalasi Satu lampu Pijar dengan Satu Sakelar Tunggal pada Papan Kerja, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
   a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
      2) Hasil penginstalasian sesuai gambar
      3) Hasil instalasi bekerja dengan baik
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan instalasi satu lampu pijardengan satu sakelar tunggal pada papan kerja sesuai gambar kerja!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   a. Testpen
   b. Avometer
   c. Tang pemotong
   d. Tang kombinasi
   e. Palu

2. Bahan

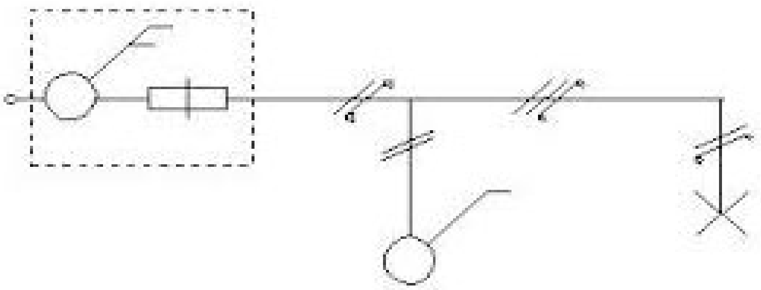
    a. Kawat penghantar
    b. Papan kerja
    c. Box Sikring
    d. Lampu pijar
    e. Sakelar tunggal
    f. Klem kabel
    g. Isolasi PVC

D. Keselamatan Kerja

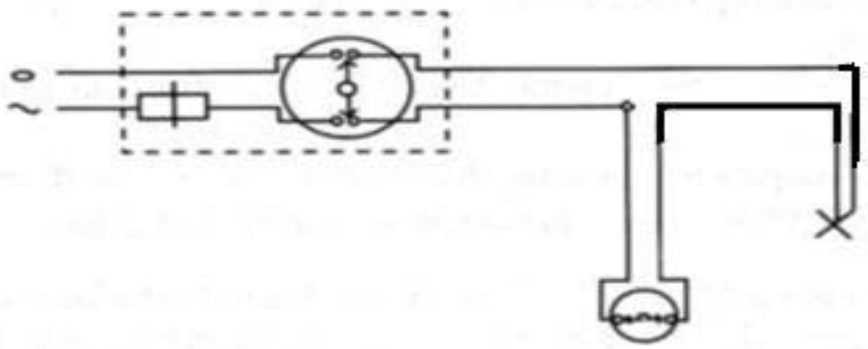
1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal–hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

1. Bagan



2. Pengawatan



F. Langkah Kerja Kerja

1. Tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan!
2. Tentukan tempat kedudukan komponen-komponen pada papan kerja!
3. Pasang box sikring, kotak sambung, fitting duduk, sakelar tunggal sesuai gambar!
4. Pasang kabel NYM sesuai kebutuhan!
5. Kupas dan sambungkan kabel NYM dalam kotak sambung dan komponen!
6. Periksa hasil pekerjaan ini dengan avometer!
7. Periksakan hasil pekerjaan tersebut kepada instruktur!
8. Setelah diperiksa instruktur, sambungkan ke sumber tegangan untuk uji nyala!
9. Selesai pengujian bongkar kembali instalasi dan kembalikan semua bahan dan alat ke tempatnya!
10. Buatkan laporan hasil pekerjaan!

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan fungsi sakelar!
2. Gambarkan lambang/simbol dari sakelar tunggal!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 7
Instalasi Satu lampu Pijar
dengan Satu Sakelar Tunggal pada Papan Kerja

Nama Siswa : ....

3. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

4. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penginstalasian	sesuai gambar				
3	Hasil instalasi	Kokoh, rapihdanbekerja dengan baik				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

3. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 7			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		

Kesimpulan :
Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten***
dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya

Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan

........................., ...
Penilai

....

Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**	Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:** ....

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 8
Instalasi Dua lampu Pijar
dengan Satu Sakelar Seri pada Papan Kerja

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 8, siswa mampu Instalasi Dua lampu Pijardengan Satu Sakelar Seri pada Papan Kerja, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil penginstalasian sesuai gambar
        3) Hasil instalasi bekerja dengan baik
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. lakukan instalasi dua lampu pijardengan satu sakelar seri pada papan kerja sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

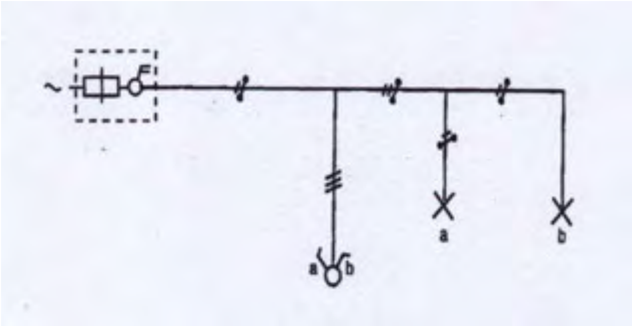
1. Alat
    a. Testpen
    b. Avometer
    c. Tang pemotong
    d. Tang kombinasi
    e. Palu
2. Bahan
    a. Kawat penghantar
    b. Papan kerja
    c. Box Sikring
    d. Lampu pijar
    e. Sakelar seri
    f. Klem kabel
    g. Isolasi PVC

D. Keselamatan Kerja

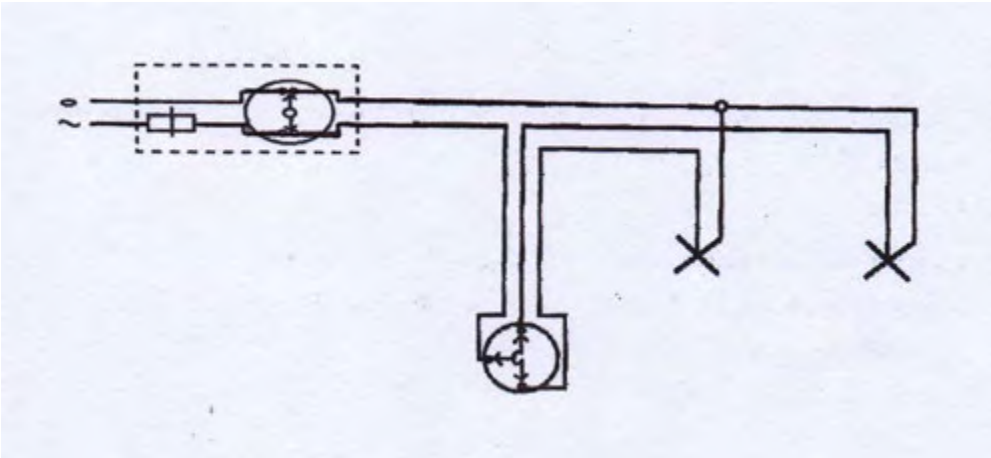
1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

Bagan



Pengawatan



F. Langkah Kerja Kerja

1. Tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan!
2. Tentukan tempat kedudukan komponen-komponen pada papan kerja!
3. Pasang box sikring, kotak sambung, fitting duduk, sakelar seri sesuai gambar!
4. Pasang kabel NYM sesuai kebutuhan!
5. Kupas dan sambungkan kabel NYM dalam kotak sambung dan komponen!
6. Periksa hasil pekerjaan ini dengan avometer!
7. Periksakan hasil pekerjaan tersebut kepada instruktur!
8. Setelah diperiksa instruktur, sambungkan ke sumber tegangan untuk uji nyala!
9. Selesai pengujian bongkar kembali instalasi dan kembalikan semua bahan dan alat ke tempatnya!
10. Buatkan laporan hasil pekerjaan!

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Sebutkan macam-macam sakelar berdasarkan sistem kerjanya!
2. Gambarkan lambang/simbol dari sakelar seri!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 8
Instalasi Dua lampu Pijar
dengan Satu Sakelar Seri pada Papan Kerja

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	Proses (Langkah Kerja)					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	Penilaian Hasil Pekerjaan					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penginstalasian	sesuai gambar				
3	Hasil instalasi	Kokoh, rapihdanbekerja dengan baik				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

4. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 8			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : d. Sikap Kerja e. Proses f. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4

**)Coret yang tidak perlu

Latihan 9
Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 9, siswa mampu membuat InstalasiSatu lampu Pijar, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Sikap
    a. Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
    b. Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
    c. Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
    d. Melaksanakan pekerjaan atas izin guru
2. Keterampilan
    a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
    b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
        1) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
        2) Hasil penginstalasian sesuai gambar
        3) Hasil instalasi bekerja dengan baik
    c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan
3. Pengetahuan
    a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
    b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. LakukanInstalasiSatu lampu Pijar, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja sesuai gambar kerja!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

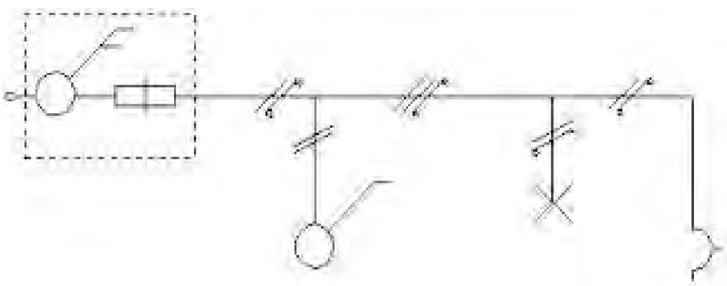
1. Alat
    a. Testpen
    b. Avometer
    c. Tang pemotong
    d. Tang kombinasi
    e. Palu
2. Bahan
    a. Kawat penghantar
    b. Papan kerja
    c. Box Sikring
    d. Lampu pijar
    e. Sakelar tunggal
    f. Stop kontak
    g. Klem kabel
    h. Isolasi PVC

D. Keselamatan Kerja

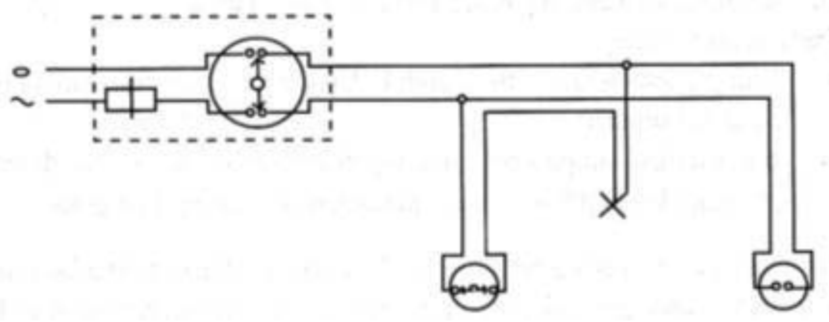
1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

1.Bagan



2. Pengawatan



F. Langkah Kerja Kerja

1. Tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan!
2. Tentukan tempat kedudukan komponen-komponen pada papan kerja!
3. Pasang box sikring, kotak sambung, fitting duduk, sakelar tunggal, dan stop kontak sesuai gambar!
4. Pasang kabel NYM sesuai kebutuhan!
5. Kupas dan sambungkan kabel NYM dalam kotak sambung dan komponen!
6. Periksa hasil pekerjaan ini dengan avometer!
7. Periksakan hasil pekerjaan tersebut kepada instruktur!
8. Setelah diperiksa instruktur, sambungkan ke sumber tegangan untuk uji nyala!
9. Selesai pengujian bongkar kembali instalasi dan kembalikan semua bahan dan alat ke tempatnya!
10. Buatkan laporan hasil pekerjaan!

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan fungsi stop kontak!
2. Gambarkan lambang/simbol dari stop kontak!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 9
Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai

No	Aspek Penilaian	Penilaian			
		Sangat Baik (4)	Baik (3)	Kurang (2)	Tidak Mampu (1)
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan

Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan.

Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penginstalasian	sesuai gambar				
3	Hasil instalasi	Kokoh, rapihdanbekerja dengan baik				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

5. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 9			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : g. Sikap Kerja h. Proses i. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Latihan 10
Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Seri dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja

A. Tujuan Kegiatan Pemelajaran

Setelah melaksanakan latihan 10, siswa mampu membuat Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Seri dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja, dengan kriteria sebagai berikut:

a. Sikap
   1) Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3
   2) Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   3) Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   4) Melaksanakan pekerjaan atas izin guru

b. Keterampilan
   a. Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   b. Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      a) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
      b) Hasil penginstalasian sesuai gambar
      c) Hasil instalasi bekerja dengan baik
   c. Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

c. Pengetahuan
   a. Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   b. Menyelesaikan tugas yang diberikan

B.Tugas

1. Lakukan instalasi satu lampu pijar, satu sakelar seri dan satu stop kontak pada papan kerja sesuai gambar kerja dengan menggunakan perkakas tangan!
2. Buatlah laporan hasil latihan!
3. Jawab pertanyaan pada bagian *Review*!

C.Kebutuhan Alat dan Bahan

1. Alat
   1) Testpen
   2) Avometer
   3) Tang pemotong
   4) Tang kombinasi
   5) Palu

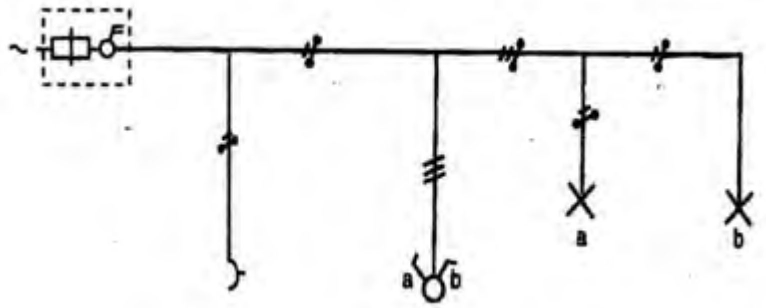
2. Bahan
   a. Kawat penghantar
   b. Papan kerja
   c. Box Sikring
   d. Lampu pijar
   e. Sakelar seri
   f. Stop kontak
   g. Klem kabel
   h. Isolasi PVC

D. Keselamatan Kerja

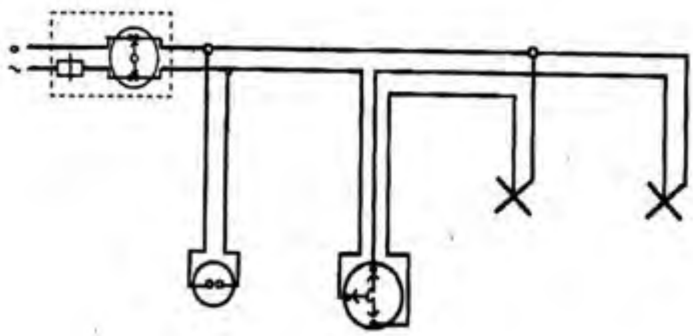
1. Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2. Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3. Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4. Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5. Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7. Jangan bertindak di luar prosedur yang telah ditetapkan
8. Hal–hal yang meragukan tanyakan kepada guru

E. Gambar

1. Bagan



2. Pengawatan



F. Langkah Kerja Kerja

1. Tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan!
2. Tentukan tempat kedudukan komponen-komponen pada papan kerja!
3. Pasang box sikring, kotak sambung, fitting duduk, sakelar seri, dan stop kontak sesuai gambar!
4. Pasang kabel NYM sesuai kebutuhan!
5. Kupas dan sambungkan kabel NYM dalam kotak sambung dan komponen!
6. Periksa hasil pekerjaan ini dengan avometer!
7. Periksakan hasil pekerjaan tersebut kepada instruktur!
8. Setelah diperiksa instruktur, sambungkan ke sumber tegangan untuk uji nyala!
9. Selesai pengujian bongkar kembali instalasi dan kembalikan semua bahan dan alat ke tempatnya!
10. Buatkan laporan hasil pekerjaan!

G. Review

Jawablah pertanyaan di bawah ini!

1. Apa fungsi fitting?
2. Sebutkan 3 jenis fitting menurut penggunaannya!

H. Penilaian Kegiatan Latihan

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

1. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
2. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum/latihan
3. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian Latihan 10
Instalasi Satu lampu Pijar, Satu Sakelar Seri dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja

Nama Siswa : ....

1. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/ Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
	Jumlah Nilai				
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/3)				

2. Penilaian Keterampilan
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penginstalasian	sesuai gambar				
3	Hasil instalasi	Kokoh, rapihdanbekerja dengan baik				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

6. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/ Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian Latihan 10			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : j. Sikap Kerja k. Proses l. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **...................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Renungan dan Refleksi

Kita lihat di dalam rumah kita di bergabgai sudut banyak alat yang menggunakan listrik, karena listrik itu sangat berguna bagi manusia. Listrik mempunyai manfaat yang sangat besar, kita bisa menggunakan untuk memasak,untuk menyalakan lampu,menghidupkan radio dan berbagai macam yang lain, jadi dengan demikian listrik sudah menjadi sebuah yang harus ada.

Di abad modern ini, listrik sangatlah penting dalam kehidupan sehari-hari. Begitu pentingnya hampir tidak ada teknologi tanpa menggunakan listrik, dengan kata lain listrik sudah menjadi bagian penting dalam kehidupan kita sehari-hari. Di Pusat Pembangkit Listrik, energi primer (seperti minyak, batubara, gas, panas bumi dan lain-lain) di ubah menjadi energi listrik, alat pengubah energi tersebut adalah generator/alternator.Generator mengubah energi mekanisk (gerak) menjadi energi listrik. Adanya perpindahan energi dalam suatu rangkaian akan membangkitkan medan listrik (elektro magnetik) sehingga timbullah apa yang disebut dengan arus listrik.

Hukum Kekekalan Energi menyatakan : "Energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan". Kita harus sadar bahwa pada dasarnya energy listrik yang kita gunakan sehari-hari itu merupakan ciptaan Allah Yang Maha Kuasa. Manusia hanya bisa merubah-rubah saja energi tersebut ke dalam bentuk energi yang lain sesuai dengan keperluannya. Sungguh ironis manusia kalau tidak mau bersyukur atau tidak bisa memanfaatkan energy ini dengan sebaik-baiknya. Apa yang akan terjadi kalau seandainya energy yang ada di muka bumi ini Allah hilangkan/musnahkan.

Rangkuman

Listrik elektrostatik terdapat disekitar kita, memiliki dua muatan, yaitu elektrostatis bermuatan positif dan yang bermuatan negatif. Muatan positif mengandung proton dan muatan negatif dibawa oleh elektron. Satuan muatan dinyatakan dengan "Coulomb". Elektrostatis yang muatannya bertanda sama akan saling tolak menolak, sedangkan yang muatan nya bertanda berlainan saling tarik menarik. Tegangan atau beda potensial antara dua titik adalah usaha yang dibutuhkan untuk membawa muatan satu Coulomb dari satu titik ke titik lainnya. Satuan tegangan listrik dinyatakan dalam satuan Volt (V), alat ukur tegangan listrik disebut Voltmeter. Prinsip pembangkitan tegangan listrik, dikenal prinsip elektromagnetis,prinsip elektrokimia, prinsip thermo elemen, prinsip photo-elemen dan prinsip piezo-kristal. Arus listrik bergerak dari terminal positif ke terminal negatif dalam looptertutup.Aliran listrik terjadi karena adanya beda potensial antaraterminal positip dan terminal negatif.Satu Amper adalah sejumlah aliran arus yang memuat electron satu coulomb dimana muatan bergerak kesuatu titik dalam satu detik. Logam adalah penghantar listrik yang baik, tiap logam memiliki jumlah atom yang berbeda, sehingga ada logam yang mudah mengalirkan arus listrik atau memiliki sifat konduktivitas yang tinggi.Arus listrik diukur dengan satuan Amper, alat ukur untuk mengukur arus listrik disebut Ampermeter. Ampermeter dihubungkan secara seri dengan beban listrik, saat pengukuran harus memperhatikan batas ukur dan skala pengukuran. Kerapatan arus adalah kerapatan arus yang melalui suatu penampang penghantar dalam satuan amper per mm2. Kerapatan arus berpengaruh pada pemanasan kabel.

Komponen instalasi listrik merupakan perlengkapan yang paling pokok dalam suatu rangkaian instalasi listrik. Komponen tersebut banyak macamnya, oleh karena itu untuk memudahkan bagi siswa / instalatir komponen tersebut dikelompokan sebagai berikut : Kabel listrik, Kontak Tusuk, Kontak Hubung Bagi, Fitting, Sakelar, Pengaman, Peralatan Pelindung dan Hantaran Listrik, Kotak Sambung , dan KWH Meter.Kabel listrik banyak macamnya, yaitu : NYA,

NYM, NYY, NYAF, NYFGbY/NYRGbY/NYBY, NYCY, BC, AAAC, ACSR, ACAR, NYMHYO, dan NYMHYO.

Perkembangan teknologi di bidang kelistrikan ini sangat pesat, dibuktikan dengan banyaknya industri-industri yang memproduksi berbagai macam komponen instalasi listrik dalam berbagai jenis dan merk. Namun dengan banyaknya berbagai macam jenis dan bentuk hasil produksi tersebut, pada prinsipnya dasar dari sistem kerja komponen-komponen peralatan untuk tipe dan jenis yang sama adalah sama. Peraturan Umum Instalasi Listrik yang sering disingkat dengan PUIL mempunyai peranan yang sangat penting dalam instalasi listrik, baik sebagai pengetahuan dasar maupun untuk tingkat mahir bagi seorang instalatir. Dalam peraturan ini tentunyamembahas mengenai faktor keselamatan kerja, peraturan-peraturan yang akan digunakan agar sesuai dengan ketentuan PUIL atau standar yang berlaku seperti Standar Nasional Indonesia (SNI), Standar Industri Indonesia (SII), dan lain-lain. Dalam kaitan dengan peraturan yang ada, maka tidak lepas pula dari faktor pengujian terhadap peralatan listrik. Dalam pengujian ini tentunya diserahkan kepada lembagayang berwenang, dimana lembaga ini yang nantinya akan mengeluarkan sebuahsertifikasi.

Evaluasi

B. Review

Jawablah pertanyaan berikut dengan benar!

1. Apa yang dimaksud dengan tegangan listrik ?
2. Sebutkan 5 macam jenis sumber tegangan listrik !
3. Apa yang dimaksud dengan arus listrik?
4. Apa yang dimaksud dengan kerapatan arus listrik?
5. Sebutkan 4 macam dampak dari sengatan listrik pada manusia!
6. Sebutkan 6 macam jenis kabel dan jelaskan penggunaanya!
7. Sebutkan dan jelaskan ketentuan penggunaan kabel NYA!
8. Sebutkan dan jelaskan ketentuan penggunaan kabel NYY!
9. Apa pengertian huruf Y pada kode suatu kabel?
10. Apa pengertian huruf N pada kode suatu kabel?
11. Apa gunanya alat pengaman pada instalasi listrik?
12. Jelaskan perbedaan kotak-kontak dengan tusuk kontak!
13. Sebutkan ketentuan-ketentuan dalam penggunaan dan pemasangan kontak listrik!
14. Sebutkan macam-macam fiting yang saudara ketahui?
15. Sebutkan macam-macam sakelar berdasarkan penyambungannya?
16. Apa gunanya pipa instalasi pada pemasangan instalasi listrik?
17. Sebutkan 4 ketentuan dalam penggunaan pipa PVC!
18. Sebutkan macam-macam bentuk sengkang yang ada?
19. Mengapa kotak sambung diperlukan dalam instalasi listrik?
20. Sebutkan macam-macam sambungan kabel yang kamu ketahui!

C. Tugas Proyek

1. **Tujuan Kegiatan**

Setelah melaksanakan kegiatan tugas proyek diharapkan siswa mampu melakukan Instalasi Tiga lampu Pijar, Satu Sakelar Seri, Satu Sakelar Tunggal dan Satu Stop Kontak pada Papan Kerja, dengan kriteria sebagai berikut:

a. Sikap
   1) Menggunakan Alat Pelindung Diri/ Menerapkan K3
   2) Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja
   3) Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan
   4) Melaksanakan pekerjaan atas izin guru

b. Keterampilan
   1) Menunjukkan langkah kerja sesuai prosedur/instruksi
   2) Hasil pekerjaan menunjukan kriteria hasil:
      a) Ukuran sambungan sesuai gambar kerja
      b) Hasil penginstalasian sesuai gambar
      c) Hasil instalasi bekerja dengan baik
   3) Waktu pengerjaan sesuai batas yang ditentukan

c. Pengetahuan
   1) Telah menyusun/menyampaikan laporan praktik sesuai ketentuan ditetapkan
   2) Menyelesaikan tugas yang diberikan

2.Tugas

a. Lakukan instalasi tiga lampu pijar, satu sakelar seri, satu sakelar tunggal dan satu stop kontak pada papan kerja sesuai gambar kerja!

b. Buatlah laporan hasil latihan!

3.Kebutuhan Alat dan Bahan

a. Alat
   1) Testpen
   2) Avometer
   3) Tang pemotong
   4) Tang kombinasi
   5) Palu

b. Bahan

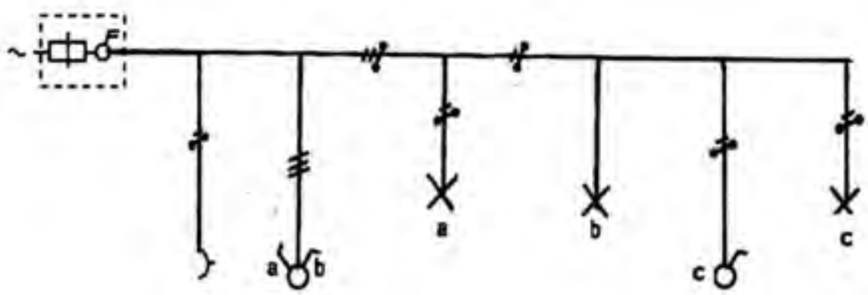
1) Kawat penghantar
2) Papan kerja
3) Box Sikring
4) Lampu pijar
5) Sakelar tunggal
6) Sakelar seri
7) Stop kontak
8) Klem kabel
9) Isolasi PVC

4. Keselamatan Kerja

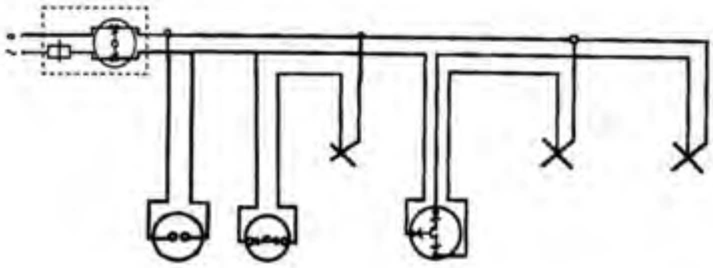
1) Patuhi peraturan tata tertib bengkel.
2) Alat-alat dan bahan diletakkan pada tempat yang aman.
3) Gunakan alat dan bahan sesuai dengan penggunaannya.
4) Gunakan pakaian praktek dan alat keselamatan kerja
5) Lakukan proses penyambungan kabel sesuai dengan langkah kerja.
6) Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
7) Jangan bertindak diluar prosedur yang telah ditetapkan
8) Hal – hal yang meragukan tanyakan kepada guru

5. Gambar

1. Bagan



2. Pengawatan



6. Langkah Kerja Kerja

1) Tentukan peralatan-peralatan dan komponen-komponen yang akan dibutuhkan!
2) Tentukan tempat kedudukan komponen-komponen pada papan kerja!
3) Pasang box sikring, kotak sambung, fitting duduk, sakelar seri, sakelar tunggal dan stop kontak sesuai gambar!
4) Pasang kabel NYM sesuai kebutuhan!
5) Kupas dan sambungkan kabel NYM dalam kotak sambung dan komponen!
6) Periksa hasil pekerjaan ini dengan avometer!
7) Periksakan hasil pekerjaan tersebut kepada instruktur!
8) Setelah diperiksa instruktur, sambungkan ke sumber tegangan untuk uji nyala!
9) Selesai pengujian bongkar kembali instalasi dan kembalikan semua bahan dan alat ke tempatnya!
10) Buatkan laporan hasil pekerjaan!

7. Penilaian Kegiatan Evaluasi

Penilaian dilakukan terhadap 3 kriteria yaitu sikap, keterampilan dan pengetahuan.

a. Nilai sikap diperoleh dari observasi selama kegiatan belajar
b. Nilai pengetahuan diperoleh dari hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan praktikum
c. Nilai keterampilan dilaksanakan melalui hasil unjuk kerja latihan yang dilaksanakan siswa.

Penilaian
Evaluasi Belajar

Nama Siswa : ....

21. Penilaian Sikap					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar teori dan praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
1	Disiplin				
2	Kerjasama dalam kelompok				
3	Kreatifitas				
4	Demokratis				
Jumlah Nilai					
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)					

22. Penilaian Keterampilan					
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil observasi selama kegiatan belajar praktik, dengan memberikan ceklis pada kolom yang sesuai					
No	**Aspek Penilaian**	**Penilaian**			
		Sangat Baik (4)	**Baik (3)**	**Kurang (2)**	**Tidak Mampu (1)**
A	**Sikap Kerja**				
1	Menggunakan Alat Pelindung Diri/Menerapkan K3				
2	Menunjukan sikap kerja yang benar saat bekerja				
3	Menunjukan kerjasama yang baik dengan kawan				
4	Melaksanakan pekerjaan atas izin guru				
Jumlah Nilai					
Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)					

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
B	**Proses (Langkah Kerja)**					
1	Pemakaian alat K3	Sesuai pekerjaan				
2	Alat bahan disiapkan	Alat bahan lengkap				
3	Langkah kerja	Sesuai prosedur				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai /3)				

2. Penilaian Keterampilan						
Isilah kolom penilain berikut oleh Guru, berdasar observasi/pengamatan pada saat latihan dilaksanakan. Berikan ceklis pada hasil pengamatan (Benar/Salah), jika benar ceklis pada salah satu kolom nilai						

No.	Aspek Penilaian	Kriteria	Hasil Pengamatan			
			Benar			Salah
			4	3	2	
C	**Penilaian Hasil Pekerjaan**					
1	Ukuran sambungan	sesuai gambar kerja				
2	Hasil penginstalasian	sesuai gambar				
3	Hasil instalasi	Kokoh, rapihdanbekerja dengan baik				
4	Waktu penyelesaian	3 x 45 menit				
		Jumlah Nilai				
		Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/4)				

7. **Penilaian Pengetahuan**		
Isilah kolom penilain berikut berdasar hasil pemeriksaan jawaban review dan laporan latihan yang diserahkan		
No.	**Aspek Penilaian**	**Nilai Perolehan**
1	Review	
2	Laporan Praktik/Latihan	
	Jumlah Nilai	
	Rata Rata Nilai (Jumlah Nilai/2)	

Kesimpulan Hasil Penilaian			
No	**Aspek Evaluasi**	**Nilai Perolehan***	
		Angka	**Predikat**
1	Penilaian Sikap		
2	Penilaian Keterampilan Rata-rata dari nilai : a. Sikap Kerja b. Proses c. Hasil Kerja		
3	Penilaian Pengetahuan		
Kesimpulan : Siswa dinyatakan **Kompeten/Belum Kompeten*** dan **Dapat/Tidak Dapat**** Melanjutkan Ke Materi Berikutnya			
Peserta sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan-alasan mengambil keputusan **........................., ...** **Penilai** **..................................**			
Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Siswa:** **Tanda Tangan Siswa:**		Saya sudah diberitahu tentang hasil penilaian dan alasan mengambil keputusan tersebut. **Umpan Balik Orangtua/Wali siswa:** **Tanda Tangan Orangtua/Wali Siswa:**	

*) Skala 4
**)Coret yang tidak perlu

Daftar Pustaka

Amanto, Hari dan Daryanto. 2003, *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Beumer, B. J.M dan B. S Anwir. 1985, *Ilmu Bahan Logam*, Jilid I. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.

Darsono dan Agus Ponidjo. 1979. *Petunjuk Praktek Listrik 1*. Jakarta : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.

Daryanto. 2000, *Teknik Pengerjaan Listrik*, Jakarta : Bumi Aksara

Daryanto.1987, *Mesin Perkakas Bengkel*, Jakarta: PT Rineka Cipta

Djumadi, Martin Bukit, dan Bambang Asmoroadi, 1997. *Instalasi Listrik Bangunan.* Bandung : Angkasa.

HTB. Marihot Goklas.1984, *Mengelas Logam dan Pemilihan Kawat Las*, PT.Gramedia, Jakarta

Hantoro, Sirod dan Parjono. 2005, *Menggambar Mesin*. Jakarta: Adicita.

Harsono,W & Toshie Okumura. 1981, *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pradnya Paramitha

John Brobertson. 1993, Ketrampilan Teknik Listrik Praktis, Bandung: YramaWidya

John Ridley, 2008. Kesehatan dan Keselamatan Kerja Ikhtisar, Jakarta: Penerbit Erlangga

Juhana, Ohan dan M. Suratman. 2000, Menggambar Teknik Mesin. Bandung: Pustaka Grafika.

Lawrence H. Van Vlack, 1995. Ilmu dan Teknologi Bahan, (terjemahan), Erlangga,

LA Heij,L dan L.A.De BruiJn. 1995. Ilmu Menggambar Bangunan Mesin. Jakarta: PT Pradnya Paramita.

Priyo Handoko. 1999. *Pemasangan Instalasi Listrik Dasar*. Yogyakarta : Kanisius.

Purwantono. 1991. Dasar-dasar Kerja Plat. Padang:UPT Pusat Media Pendidikan FPTK IKIP Padang

P Van Harten dan E Setiawan. 1980. *Instalasi Listrik Arus Kuat 1*. Jakarta : Binacipta.

Rohyana, Solih, 2004. Mengelas Dengan Proses Las Busur Metal Manual. Bandung: Armico.

Sama'murPK. 1987, Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan, Jakarta:PT Saksama

Subekty BM-Barus Kasman-Pinem Djoli, 1984. Keterampilan Dasar Mengelas Busur, CV Sinar Harapan, Madiun.

Sularso, 1995. Elemen Mesin. Jakarta: Pradnya Paramitha

Sumantri, 1989. Teori Kerja Bangku. Jakarta: Depdikbud.

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

Tata Surdia dan Shinroku Saito, 1995. Pengetahuan Bahan, , Pradnya Paramita,

Widharto Sri, 2004. Inspeksi Teknik,PT.Pradya Paramitha,Jakarta

Van Bergeyk, K dan A. J. Liedekerken, 1981. Teknologi Proses. Jilid II. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.